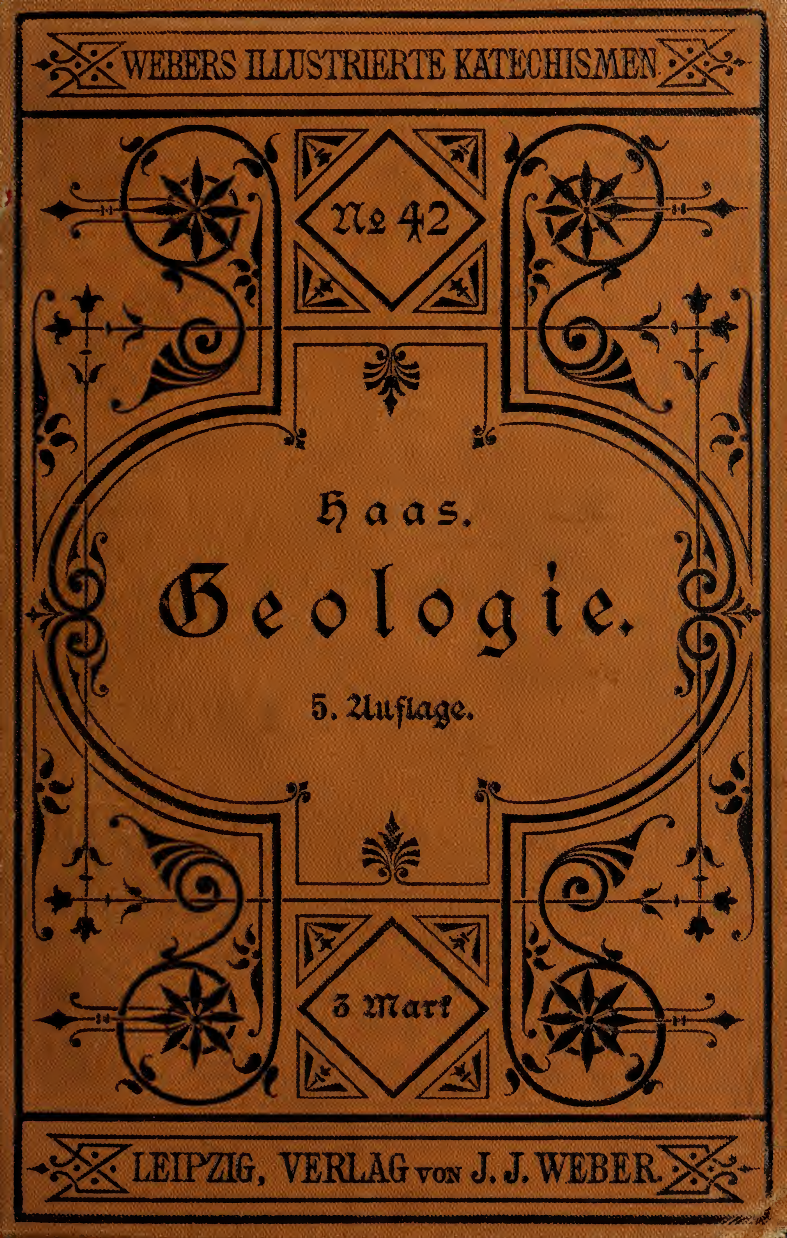
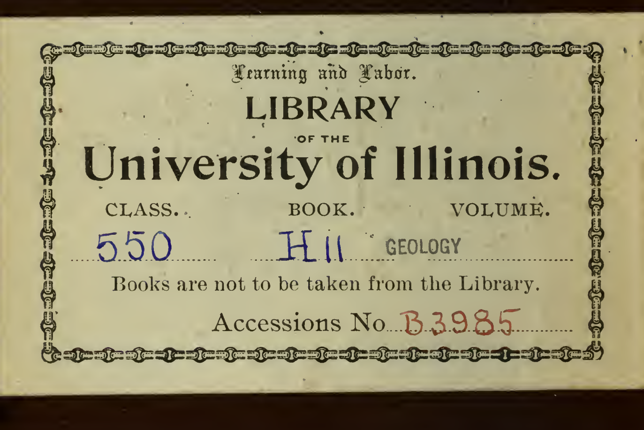

WEBERS ILLUSTRIERTE KATECHISMEN
No 42
Haas.
Geologie.
5. Auflage.
3 Mark
LEIPZIG, VERLAG von J. J. WEBER.



Katechismus der Geologie.

Katechismus

der

Geologie.

Von

Dr. Hippolyt Haas,
Professor an der Universität Kiel.

Fünfte, vermehrte und verbesserte Auflage.

Mit 149 in den Text gedruckten Abbildungen, einer Tafel
und einer Tabelle.

Leipzig
Verlagsbuchhandlung von J. J. Weber
1893

Vorwort zur fünften Auflage.

In erster Linie sind die paläozoischen Systeme in dieser fünften Auflage des Katechismus der Geologie einer Neugestaltung unterzogen worden. Jedoch ist dessen Autor bemüht gewesen, auch sonst allenthalben zu verbessern, wo Verbesserung notwendig war. Allen denen, welche diesem kleinen Buche Interesse entgegengebracht und mich auf Mängel desselben aufmerksam gemacht haben, meinen besten Dank!

H. Haas.



Inhaltsverzeichnis.

Einleitung.

Erster Abschnitt.

Die allgemeinen Verhältnisse unseres Erdkörpers.

Zweiter Abschnitt.

Gesteinslehre oder Petrographie.

1. Einfache Gesteine.

2. Gemengte krystalline Gesteine.

Dritter Abschnitt.

Der Vulkanismus oder die vulkanischen Erscheinungen.

Vierter Abschnitt.

Die geologischen Wirkungen des Wassers und des Eises.

Fünfter Abschnitt.

Die geologische Thätigkeit der Winde . . 73

Sechster Abschnitt.

Die Entstehung der Gesteine (Petrogenesis).

Siebenter Abschnitt.

Die nutzbaren Lagerstätten.

Achter Abschnitt.

Absonderung, Schichtung und Lagerungsverhältnisse der Gesteine.

Neunter Abschnitt.

Die Sedimentärbildungen.

Zehnter Abschnitt.

Die Fossilien oder Versteinerungen.

Elfter Abschnitt.

Die archäische Formationsgruppe oder die archäische Aera.

Zwölfter Abschnitt.

Die paläozoische Formationsgruppe oder Aera.

Dreizehnter Abschnitt.

Die mesozoische Formationsgruppe oder Aera.

Vierzehnter Abschnitt.

Die känozoische Aera oder Formationsgruppe.

Fünfzehnter Abschnitt.

Katechismus der Geologie.



Einleitung.

Definition des Wortes Geologie.

Die Geologie ist die Lehre vom innern Bau der festen Erdkruste und von deren Bildungsweise. Sie beschäftigt sich demnach mit unserm Erdkörper so, wie er heute vorliegt, und so, wie er sich gebildet hat.

Einteilung der Geologie.

Die Geologie behandelt demnach folgende Fragen:

1) Welches ist die Gestalt unserer Erde, welches ihre Größe und wie ist ihre Oberfläche beschaffen?

2) aus welchem Material ist die Erde, soweit wir in ihre Tiefen einzudringen vermögen, aufgebaut?

3) welches sind die Lagerungsformen dieses Materials?

4) welche Kräfte sind thätig gewesen, um dieses Material zu bilden und der Erdoberfläche ihre Gestaltung zu geben?

5) welches war die Entwicklung unseres Erdkörpers, vom Moment an, in welchem derselbe ein selbständiger Körper im Weltall wurde, bis zum heutigen Tage?

Auf die erste Frage giebt uns die physiographische Geologie, auf die zweite die Lehre von den Gesteinen oder die Petrographie, auf die dritte die Lehre von den Lagerungsformen oder die architektonische Geologie, auf die vierte die dynamische Geologie oder

die Lehre von den vulkanischen Erscheinungen, von der geologischen Thätigkeit des Wassers, der Winde 2c., auf die fünfte endlich die Lehre von den Sedimentärformationen oder die historische Geologie Antwort.

Die Hilfswissenschaften der Geologie.

Daraus erhellt, daß die Geologie verschiedener Hilfswissenschaften bedarf, als da sind: die Astronomie, die Mathematik, die Physik, die Chemie, die Geographie, vor allem aber die Mineralogie und die Versteinerungslehre oder die Paläontologie.

Die geologische Litteratur

ist, obgleich die Geologie eine verhältnismäßig neue Wissenschaft ist, schon von sehr beträchtlichem Umfange. Es seien hier zuerst einige der wichtigsten und besten Lehrbücher der Geologie erwähnt, von diesen vor allen anderen:

Credner, Hermann, Elemente der Geologie. 7. Auflage. Leipzig, 1891.

Quenstedt, F. A., Epochen der Natur. Tübingen, 1861.

Leonhard-Hörnes, Grundzüge der Geognosie und Geologie. 4. Auflage. Leipzig, 1889.

Hauer, F. von, Die Geologie und ihre Anwendung auf die Kenntnis der Bodenbeschaffenheit der österr.-ungarischen Monarchie. 2. Auflage. Wien, 1877.

Bedeutend umfangreicher sind die Lehrbücher von:

Naumann, C. F., Lehrbuch der Geognosie. 2 Bde. 2. Auflage. Leipzig, 1858—1872. (Unvollendet.)

Vogt, C., Lehrbuch der Geologie und Petrefaktenkunde. 2 Bde. 4. Auflage. Braunschweig, 1879.

Von nichtdeutschen Lehrbüchern sind ganz besonders empfehlenswert:

Lyell, Charles, Principles of geology. 10. ed. London, 1867.

Dana, J. D., Manual of geology. 2. Auflage, Philadelphia und London, 1875.

Lapparent, A. de, Traité de géologie. 2. Aufl. Paris, 1886.

Neben diesen Lehrbüchern existieren noch eine Menge anderer, desgleichen auch Lehrbücher für die einzelnen Disziplinen der geologischen Wissenschaft, für die Petrographie, die Paläontologie ꝛc., eine große Zahl monographischer Arbeiten, geologischer Zeitschriften und geologischer Karten, die hier alle zu nennen der Raum und der Umfang dieses Büchelchens nicht gestattet. Als ganz besonders wichtig sind folgende deutsche Zeitschriften zu nennen:

Die Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft (erscheint in Berlin, jährlich 4 Hefte).
Das Neue Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie (erscheint in Stuttgart, jährlich 2 Bände zu je 3 Heften und Beilagebände daneben). Schließlich die
Verhandlungen und das Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien (erstere erscheinen in etwa 18 Nummern im Jahr, das zweite in 4 Heften, beide in Wien).

Von größter Wichtigkeit für unsere geologische Kenntnis eines Landes sind die geologischen Karten, von welchen Credner folgende treffende Definition giebt: Geologische Karten, begleitet von Profilen, sind der graphische Ausdruck unseres momentanen Gesamtwissens über eine Gegend. Auch hier seien nur die für Deutschland wichtigsten geologischen Karten aufgeführt. Diese sind:

Von Dechen, Geologische Karte von Deutschland. Berlin, 1869;
Geologische Karte von Preußen und den thüringischen Staaten (1 : 25000), im Erscheinen begriffen;
sodann die geologischen Spezialkarten von Sachsen (Credner), Bayern (Gümbel), Württemberg (Fraas und Andere), Hannover (Römer), Oberschlesien (Gürich), Braunschweig (Kloos) u. a. mehr.

Zur Geschichte der Geologie.

Die Geologie ist, wie schon betont wurde, eine verhältnismäßig noch junge Wissenschaft, deren eigentliche Anfänge erst vom Ende des vorigen und vom Anfange des jetzigen Jahrhunderts her datieren. Zwar haben schon im 16. Jahrhundert der Deutsche Johannes Agricola und nach ihm im 17. Jahrhundert der Däne Nicolaus Steno, in Diensten

des Großherzogs von Toscana, gewissermaßen den Grundstein zum Gebäude der geologischen Wissenschaft gelegt, und gilt dies ganz besonders vom Erstgenannten, doch kann man wohl erst mit dem Auftreten des berühmten Freiberger Professors der Geologie, mit Werner, von einer eigentlichen geologischen Wissenschaft sprechen. Diesen Mann, seinen noch berühmteren Schüler Leopold von Buch, dem wohl mit Recht der Ehrentitel des größten deutschen Geologen in unserem Jahrhundert zukommt, und Alexander von Humboldt dürfen wir als die eigentlichen Begründer der geologischen Wissenschaft ansehen, und wir können mit Stolz behaupten, daß die Geologie eine deutsche Wissenschaft ist.

Seit jenen Tagen hat die Geologie einen raschen Aufschwung genommen und steht den anderen Naturwissenschaften durchaus ebenbürtig zur Seite. Sowohl Deutschland, als auch eine Reihe anderer Länder, darunter in erster Linie Frankreich, England, Skandinavien, die Schweiz, Italien, Rußland, Österreich, Spanien, Portugal und Amerika haben viele bedeutende Gelehrte hervorgebracht, denen die geologische Wissenschaft eine Menge schöner und geistvoller Arbeiten in ihren verschiedenen Disziplinen verdankt. Neben den schon erwähnten großen deutschen Geologen seien nur noch die Namen zweier ausländischen Forscher genannt, deren Arbeiten epochemachend gewesen sind, nämlich der Franzose Elie de Beaumont und der Engländer Charles Lyell, der geistreiche Begründer der Theorie des Aktualismus. Von großem Einfluß auf die Entwicklung der Geologie in den letzten Jahrzehnten waren auch die Werke des berühmten Naturforschers Charles Darwin.

Erster Abschnitt.

Die allgemeinen Verhältnisse unseres Erdkörpers.

Die Gestalt unserer Erde ist die eines Sphäroids. Früher wurde dieselbe für eine Scheibe gehalten; erst nach und nach brach sich die Anschauung Bahn, daß dieselbe von sphäroidischer Gestalt sei.

Die Erde ist an ihren Polen abgeplattet, doch ist diese Abplattung nur eine verhältnismäßig geringe. Infolge der Rotation unserer Erde um eine imaginäre Achse mußte letztere nach mechanischen Gesetzen durch die sogenannte Zentrifugalkraft notwendigerweise eine solche Abplattung an den Polen erleiden und aus der anfänglichen Kugel wurde ein Rotationssphäroid. Diese gegenwärtige Gestalt der Erde ist daher ebenfalls ein Grund, ja fast ein Beweis für ihren einst durchaus flüssigen Zustand, der höchst wahrscheinlich durch sehr hohe Temperatur bedingt war.

Der Durchmesser der Erde beträgt am Äquator 6377.4 km, die Rotationsachse der Erde 6356.1 km, der Unterschied demnach 21.3 km.

Das spezifische Gewicht unserer Erde liegt noch zwischen 5 und 6 (5.5—5.7). Es ist dasselbe im Verhältnis zu dem derjenigen Stoffe, welche wir an der Oberfläche der Erde kennen, ein sehr hohes, zumal die Gesteine, welche die

feste Erdkruste zusammensetzen, im Mittel ein spezifisches Gewicht von 2.5 besitzen. Wir dürfen daher annehmen, daß das Erdinnere aus Substanzen von sehr großer Dichte besteht. Diesen dichtern Erdkern bezeichnet man auch mit dem Ausdruck Barysphäre im Gegensatz zur Gesteinshülle der Erde, zur sogenannten Lithosphäre, und der Lufthülle, der Atmosphäre.

Die Temperatur wächst, je mehr wir in die Tiefen der Erde eindringen. Die Temperatur der Erdoberfläche wird durch die Sonne bedingt, doch dringt die durch dieselbe erzeugte Wärme nur in geringe Tiefen der Gesteinshülle ein. Die Sonnenwärme macht sich etwa bis zu einer Tiefe von 20—25 m noch geltend, auf dieser Tiefenstufe jedoch angelangt finden wir eine konstante Temperatur. Doch gilt dies nur für unsere Breiten, denn in den Tropen zeigt sich diese konstante Temperatur schon bei geringerer Tiefe, da hier die jahreszeitlichen Gegensätze bedeutend geringere sind.

Von dieser Stufe konstanter Temperatur an wächst dieselbe, je mehr wir ins Innere der Erde vordringen. Die Anzahl von Meter oder Fußen, die wir in die Tiefe gehen müssen, um eine Temperaturerhöhung von 1° C. zu erhalten, nennt man eine geothermische Tiefenstufe. Diese geothermischen Tiefenstufen bestimmt man in Bergwerken, in Bohrlöchern, in artesischen Brunnen 2c., jedoch genügt das vorliegende Material noch nicht, um ein Gesetz darüber aufzustellen. Im allgemeinen kann der Satz gelten, daß die Temperatur bei einer Zunahme von etwa 30 m um 1° C. wächst. Doch giebt es hiervon mancherlei Ausnahmen, wie z. B. die Temperaturverhältnisse im Bohrloche von Neuffen beweisen. (Hier beträgt die geothermische Tiefenstufe nur 11 m.) Die Temperaturzunahme im Erdinnern wird auch von der Reichlichkeit der an der betreffenden Observationsstelle zirkulierenden Gewässer abhängen, ferner nimmt die Temperatur in der Nähe vulkanischer Massen zu. Jedenfalls steht aber fest, daß nach dem Erdinnern hin eine Temperaturzunahme existiert, die durch

eigene Erdwärme bedingt ist. Man kann diese Temperaturzunahme bis auf etwa 1200 m verfolgen. So tief ist man nämlich bis jetzt in die Erde eingedrungen. Nimmt man das gleiche Zunahmeverhältnis für größere Tiefen ebenfalls an, so findet man bei etwa 3000 m 100 Grade, bei etwa 30 000 m (etwa vier Meilen) schon 1000 Grad und bei etwa 300 000 m (42 Meilen) schon 10 000 Grad, eine Temperatur, bei welcher alle uns auf der Erdoberfläche bekannten Stoffe geschmolzen sein müssen, selbst wenn man den Druck der festen Erdrinde berücksichtigt, wodurch bekanntlich der Schmelzpunkt der Körper bedeutend erhöht wird.

Wir können aus diesem allen schließen, daß das Innere unserer Erde sich noch in feurig-flüssigem, wenn nicht gar gasförmigem Zustande befindet, was übrigens durch die vulkanischen Ausbrüche, die heißen Quellen ꝛc. noch weiter bewiesen wird. Indes läßt sich die Einwirkung des hohen Druckes auf den wirklichen Aggregatzustand nicht beurteilen, sodaß man vorsichtiger von einem latent flüssigen Erdinnern sprechen sollte.

Ansichten über die Entstehung unserer Erde.

Die Kant-Laplacesche Theorie.

Kant, durch die Harmonie in der Bewegung unseres Planetensystems zuerst darauf geführt, stellte in seinem Werke „Naturgeschichte und Theorie des Himmels“, das im Jahre 1755 erschien, den Satz auf, daß der gemeinsame Ursprung aller zu unserm Sonnensystem gehöriger Planeten und Kometen von einer den ganzen Raum des Weltgebäudes erfüllenden, im Zustande höchster Erhitzung und in rotierender Bewegung befindlichen sphäroidischen Dunstmasse herzuleiten sei. Ganz unabhängig von Kant kam im Jahre 1795 der französische Astronom Laplace zu derselben Ansicht, und zwar auf

Grund mathematischer Berechnungen (exposition du système du monde). Infolge der Wärmeausstrahlnng im kalten Weltenraume zog sich diese Dunstmasse zusammen, die Rotationsgeschwindigkeit wurde dadurch vergrößert, desgleichen die Abplattung an den Polen und die Ausbauschung am Äquator, und infolgedessen lösten sich am Äquator Teile der Dunstmassen los, und zwar Teile in ringförmiger Gestalt. Infolge ihrer ungleichen Beschaffenheit zerrissen diese Ringe wiederum und ballten sich im Laufe ihrer Erkaltung zu kugelförmigen Körpern, den Planeten, zusammen. Diese Erscheinung wiederholte sich auch bei den so gebildeten planetaren Bällen wieder, dafür sprechen die Ringe beim Saturn und die Monde bei den verschiedenen Planeten. Da die äußeren Ringe sich zuerst loslösten und die inneren erst später, als der allgemeine Verdichtungsprozeß schon ein fortgeschrittener war, so müssen die letzteren Ringe demnach auch dichter sein, als die ersteren, und das bestätigt sich im allgemeinen. Nimmt man nämlich die mittlere Dichtigkeit der Erde = 1 an, so ergiebt sich folgende Dichtigkeit für eine Reihe anderer Planeten:

Erde	=	1.
Neptun	=	0.16
Uranus	=	0.16
Saturn	=	0.13
Jupiter	=	0.24
Mars	=	0.95
Venus	=	0.91
Merkur	=	1.22

Es muß hier allerdings in Betracht gezogen werden, daß die vier inneren Planeten infolge ihrer Kleinheit schneller erkaltet, infolgedessen auch mehr verdichtet sind als die anderen, wodurch die obigen Zahlen etwas an Beweiskraft verlieren.

Ein weiterer für die Kant-Laplacesche Hypothese sprechender Umstand ist der, daß die Dichtigkeit der Satelliten,

wie dies für unsern Mond und die Monde des Jupiter nachgewiesen ist, eine geringere ist, als diejenige des letztern Planeten und der Erde.

Zweiter Abschnitt.

Gesteinslehre oder Petrographie.

Ein Gestein besteht aus Mineralaggregaten, also aus Anhäufungen von Mineralien.

Sowohl diese Mineralteilchen, als auch ihre Form und Verbindungsweise ist bei den einzelnen Gesteinen verschieden, und darin bestehen deren Unterschiede, welche die Ursachen der mannigfachen Benennungen dieser letzteren geworden sind. Einzelne Gesteine bestehen nur aus krystallinischen Mineralien, die an Ort und Stelle ihre jetzige Ausbildung erhielten, andere wiederum aus mechanisch oder durch ein Zement verkitteten Teilchen, welche noch die Spuren eines Transportes an sich tragen 2c., andere endlich werden nur aus lose über einander liegenden Mineralteilen gebildet. Gewisse Gesteine bestehen allerdings nicht durchweg nur aus Mineralaggregaten, so z. B. die glasig-struierten (Seite 13), die zoogenen und die phytogenen Gesteine (Seite 12).

Einteilung der Gesteine.

Wir unterscheiden:

1) krystalline,
2) mechanisch verbundene od. klastische, und
3) lockere

} Gesteine.

Man hat bei der Einteilung der Gesteine ferner zu berücksichtigen, ob dieselben größtenteils nur aus den Teilchen eines Minerals bestehen, so z. B. der Kalkstein, der aus Teilchen von Kalkspat gebildet wird, oder ob dieselben von einer innigen Verbindung oder einer Mengung mehrerer Mineralien zusammengesetzt werden, wie z. B. der aus Feldspat, Quarz und Glimmer bestehende Granit. Im ersteren Falle würden wir von einem einfachen krystallinischen Gestein reden, im letzteren von einem gemengten krystallinischen Gestein.

Unter der Bezeichnung minerogene Gesteine versteht man solche, welche auf rein anorganischem Wege entstanden sind, während man unter der Benennung zoogene Gesteine und phytogene Gesteine solche begreift, bei deren Bildung Tiere oder Pflanzen mitgewirkt haben. So ist z. B. die weiße Schreibkreide ein zoogenes Gestein und die Steinkohle dagegen ein phytogenes. Bei der Bildung des erstern sind unzählige kleine Tierchen (Foraminiferen) thätig gewesen, bei derjenigen des letztern Pflanzen.

Die Zusammensetzung der Gesteine.

Gesteinsbildende Mineralien.

Von den vielen hunderten von Mineralspezies nehmen nur verhältnismäßig wenige an der Zusammensetzung der Gesteine teil.

Die wichtigsten sind etwa folgende:

Elemente: Der Kohlenstoff, als Graphit, in der Stein- und Braunkohle ꝛc.; der Schwefel, wenn auch nur sehr untergeordnet.

Oxyde: Das Eis, der Eisenglanz, das Titaneisenerz, der Quarz, der Tridymit, der Opal, der Magnetit, das Chromeisenerz ꝛc.

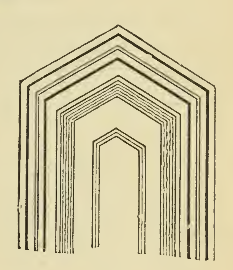
Karbonate: Calcit, Dolomit.

Sulfate: Gips und Anhydrit, Schwerspat.

Phosphate: Apatit.

Silikate: Andalusit, Disthen, Staurolith, Turmalin, Epidot, Vesuvian, Granat, Olivin, Leucit, Eläolith und Nephelin, Sodalith, Nosean, Hauyn, die Glimmergruppe und die Chlorit- und Talkgruppe, der Serpentin, die Augit- und die Hornblendegruppe, die Feldspate, deren Zersetzungsprodukt, der Kaolin, in untergeordneter Weise gewisse Mineralien aus der Reihe der Zeolithgruppe, von den Haloiden das Steinsalz und der Flußspat.

Die mikroskopische Untersuchung dieser Mineralien zeigt oft, daß dieselben sehr verschieden gebaut sind, und hat schon manchmal wichtige Fingerzeige für die Erklärung von der Entstehung der betreffenden Gesteine geliefert. So sind diese Mineralien, oder besser gesagt, Krystallindividuen von Mineralien zuweilen zerbrochen, angeschmolzen, oder dieselben zeigen die deutlichen Spuren eines intermittierenden Wachstums, die sog. Zonarstruktur, oder auch sie enthalten wiederum Einschlüsse anderer Mineralien und sog. Glaseinschlüsse,


Fig. 1. Zonarer Aufbau eines Krystalls.

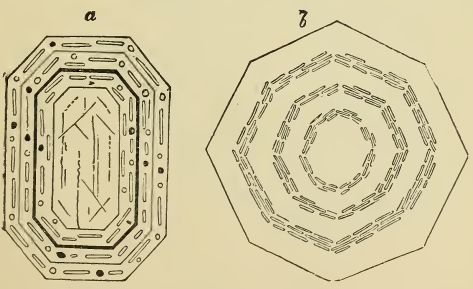


Fig. 2. Hornblendekrystall (Fig. a) und Leucitkrystall (Fig. b) mit Einschlüssen.

amorphe Glaspartikelchen, welche nur im glutflüssigen Zustande des Gesteins entstehen konnten, demnach für die

Erklärung der Entstehung derjenigen Gesteine, in welchen man solche Erscheinungen nachgewiesen hat, von größter Wichtigkeit sind, oder es finden sich auch Flüssigkeitseinschlüsse in den Krystallindividuen, die für das Verständnis der Gesteinsgenesis nicht minder von Wert sind, als die ersteren. Genaue Untersuchungen haben ergeben, daß die betreffenden Flüssigkeitseinschlüsse u. a. aus Lösungen von Kochsalz und aus flüssiger Kohlensäure bestehen. Auch Gasporen sind nachgewiesen, ebenso eigentümliche Gebilde, die man gewissermaßen als das Embryonalstadium verschiedener Mineralien ansehen kann, und welche man Mikrolithen, Krystalliten ꝛc. genannt hat (Fig. 1, 2, 3, 4 und 5).

Wesentliche und unwesentliche Gemengteile.

Wesentliche Gemengteile nennt man diejenigen, ohne welche die Gesteine eine in der Hauptsache durchaus andere

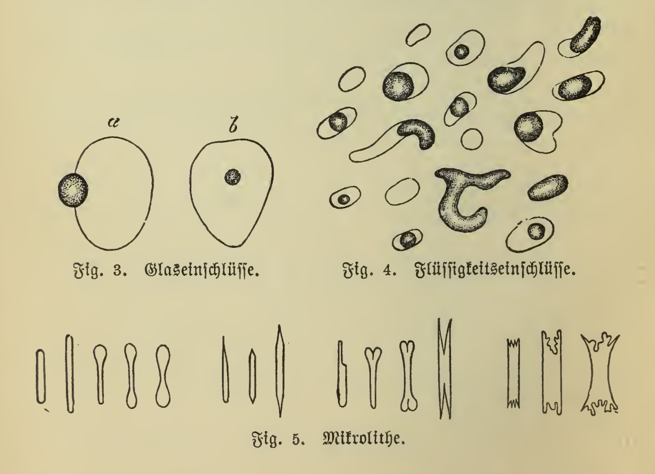


Fig. 3. Glaseinschlüsse. Fig. 4. Flüssigkeitseinschlüsse.

Fig. 5. Mikrolithe.

Zusammensetzung haben würden. So ist z. B. der Quarz ein wesentlicher Gemengteil des Granites, denn ohne Quarz

wäre das betreffende Gestein eben kein Granit. Unter **unwesentlichen oder accessorischen Gemengteilen** würden wir dagegen diejenigen verstehen, welche nur vereinzelt hie und da in den Gesteinen auftreten, ohne deren Totalcharakter im geringsten zu ändern. Dieselben treten teils als vereinzelte Krystalle oder Krystallaggregate, teils aber auch nur als die ganze Masse durchdringende und oft zugleich färbende Bestandteile auf.

So finden sich im Granit zuweilen kleine Krystalle von Granat, von Turmalin, von Kupferkies, Eisenkies 2c., im Syenit solche von Zirkon, im Basalt solche von Glimmer und Hornblende 2c. Treten derartige accessorische Gemengteile in größeren Massen zusammen auf, so spricht man von **accessorischen Bestandmassen**. Je nach ihrer Entstehung redet man dann von **Konkretionen** und von **Sekretionen**.

Konkretionen sind solche accessorische Bestandmassen, die von innen nach außen gewachsen sind. Die Mineralsubstanz hat sich um einen Punkt herumgelagert, dessen größere Attraktion die Bildung der Konkretion veranlaßt hat. Die äußeren Teile einer Konkretion sind demnach die zuletzt gebildeten. Solche Konkretionen sind z. B. die **Septarien** (Fig. 6), linsenförmige Gebilde, von einem

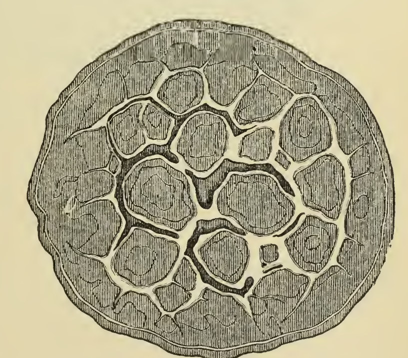


Fig. 6. Querschnitt einer Septarie.

oftmals radialen Spaltennetz durchzogen, in welchem sich Braunspat, Eisenspat und noch andere Mineralien abgesetzt haben, die Imatrasteine, die Lößkindchen 2c.

Sekretionen setzen stets das Vorhandensein von Hohlräumen in den Gesteinen, in welchen sie auftreten, voraus. Durch Infiltration von Mineralsolutionen in dieselben werden sie nach und nach von den Wänden her ausgefüllt, und zwar so, daß häufig verschiedene Mineralarten schichtenweise übereinander liegen. Die innerste Schicht ist dann selbstverständlich die jüngste. Solche Sekretionen sind entweder nur teilweise, oder auch ganz mit Mineralsubstanz angefüllt. Diese Sekretionen sind weiter noch von sehr

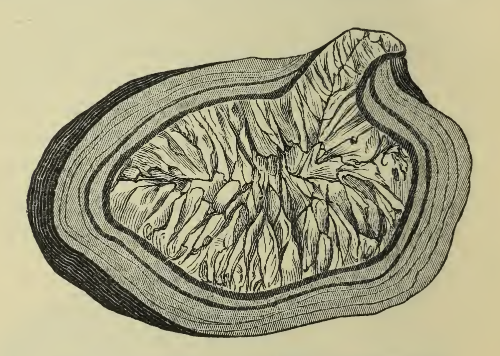


Fig. 7. Querschnitt einer Sekretion (Achatmandel).

verschiedener Gestaltung und werden je nach derselben verschieden benannt. Hierher gehören z. B. die Achatmandeln (Fig. 7).

Fremde Einschlüsse in Gesteinen sind keineswegs Seltenheiten. So findet man in gewissen Eruptivgesteinen ältern und jüngern Alters Gesteinsstücke, die in der Tiefe anstehen; so hat der Basalt an manchen Stellen seines Auftretens Stücke von Gneis, Glimmerschiefer oder sonstigen Gesteinen mit aus der Tiefe gebracht, wie z. B. in der schwäbischen Alp, während in der Nähe seines Vorkommens derartige Gesteine auf der Erdoberfläche durchaus unbekannt sind.

Zu diesen fremden Einschlüssen gehören auch die sogen. Versteinerungen oder Petrefakten, denen in diesem Buche ein eigener Abschnitt gewidmet ist.

Die Anzahl der ein Gestein zusammensetzenden wesentlichen Gemengteile ist verhältnismäßig nur eine geringe. So besteht z. B., wie schon gesagt, der Granit aus Feldspat, Quarz und Glimmer, der Diabas aus Feldspat und Augit und der eigentliche Basalt aus Feldspat, Augit und Olivin.

Die Zahl der die feste Erdkruste zusammensetzenden Gesteine läßt sich nicht fest bestimmen; die meisten der Gesteinsarten sind nicht scharf gegen einander abgegrenzt, sondern bilden vielmehr Übergänge in einander, so daß man außer den normalen typischen Gesteinen auch noch eine große Zahl Übergangsstufen unterscheiden kann.

Die Unterscheidung der Gesteine.

Die Gesteine unterscheidet man von einander durch ihre ungleiche mineralische Zusammensetzung, und durch ihre Struktur, sowie nach ihrem relativen geologischen Alter. Um die Gesteine nach ihrer mineralischen Zusammensetzung zu unterscheiden, bedient man sich heutzutage unter anderem der mikroskopischen und der chemischen Analyse.

Die mikroskopische Analyse besteht darin, daß man Splitter des betreffenden zu untersuchenden Gesteins dünn bis zur Durchsichtigkeit schleift — mit Hilfe von Eisenplatten, auf welchen mit Schmirgel geschliffen wird — und diese sogenannten Dünnschliffe auf einem Objektträger in Kanadabalsam einlegt und mit einem Deckgläschen zudeckt, um dieselben nachher unter einem mit Polarisationsapparat versehenen eigens zu diesem Zwecke konstruierten Mikroskope zu betrachten. Auf dem verschiedenen Verhalten der einzelnen Mineralien gegenüber dem polarisierten — d. h. auf eine einzige Schwingungsebene reduzierten — Lichte, je nach den verschiedenen Krystallsystemen, denen dieselben

angehören, basiert hauptsächlich die mikroskopische Analyse. Die chemische Analyse braucht wohl des nähern nicht genauer erläutert zu werden. Beide Untersuchungsmethoden ergänzen sich notwendigerweise.

Die Struktur der Gesteine.

Unter der Struktur der Gesteine versteht man hauptsächlich die Größe, die Form, die Verteilungs- und Verbindungsweise der einzelnen individuellen Mineralteilchen, aus welchen die gemengten und die einfachen Gesteine bestehen. Die mineralischen und die Strukturunterschiede stimmen meist nicht mit einander überein, vielmehr zeigen dieselben Mineralgemenge oftmals ganz ungleiche Struktur, und oftmals wiederholen sich ganz gleiche Strukturen bei sehr ungleichen Gesteinen.

Die wichtigsten Strukturformen der Gesteine.

a. Die körnige Struktur.

Wenn die einzelnen Gemengteile eines Gesteins ungefähr von gleicher Größe sind, und nach allen Richtungen hin gleiche Ausdehnung besitzen, spricht man von einer körnigen Struktur des betreffenden Gesteines. Man unterscheidet hier wieder

a) grobkörnige Struktur,
b) mittelkörnige Struktur, und
c) feinkörnige Struktur,

a) Die grobkörnige Struktur. Diese Bezeichnung wird ganz speziell für Gesteine angewandt, deren einzelne Gemengteile größer als ein gewöhnliches Erbsenkorn sind.

b) Die Bezeichnung mittelkörnige Struktur wendet man für Gesteine an, deren Gemengteile kleiner sind, als ein Erbsenkorn, und Gesteine mit noch kleineren Gemengteilen würde man

c) Gesteine mit feinkörniger Struktur nennen.

b. Die dichte Struktur.

Gesteine, deren einzelne Gemengteile weder mit bloßem Auge, noch mit der Lupe zu erkennen sind, nennt man Gesteine mit dichter Struktur. Dieselbe löst sich oft bei der Betrachtung eines solchen Gesteinssplitters unter dem Mikroskop in ein feinkrystallines Aggregat auf, oftmals aber auch nur in ein Aggregat von Körnern und Schuppen nicht mehr erkennbarer Mineralien. Im erstern Falle würde man von einer kryptokrystallinen, im zweiten Falle von einer mikrofelsitischen Struktur reden. Ist schließlich selbst bei Anwendung von sehr starken Vergrößerungen keine Spur von Struktur mehr im Gestein zu erkennen, verhält sich die Masse durchaus amorph, so spricht man von einer Glasbasis oder porodin-amorphen Basis.

c. Die schiefrige Struktur.

Diese besteht darin, daß die betreffenden Gesteine nach einer Flächenrichtung leichter spalten, als nach jeder andern, so daß sie sich infolgedessen in dünne Platten trennen lassen. wie z. B. die Dachschiefer, welche Erscheinung durch den Umstand bewirkt wird, daß gewisse, an der Zusammensetzung des Gesteins teilnehmende blättrige Mineralien, wie z. B. der Glimmer im Glimmerschiefer, eine parallele Lage haben.

Man spricht von krummschiefriger, geradeschiefriger, dickdünnschiefriger Struktur 2c., Ausdrücke, die sich wohl von selbst erklären. Die flaserige Struktur ist eine Modifikation der schiefrigen Struktur, insofern als in gewissen Gesteinen Partien von meist körniger Struktur, Linsen, durch dünnere oder dickere schiefrig struierte Gesteinslagen von einander getrennt werden. Der Linearparallelismus der Gesteine ist eine mit der schiefrigen Struktur sehr nahe verwandte Erscheinung und besteht darin, daß einzelne Gesteinsgemengteile, zuweilen auch Krystalle oder Blasenräume nach einer Richtung besonders

ausgedehnt oder parallel geordnet sind, oder auch darin, daß zarte Falten schiefriger Gesteine alle unter einander parallel verlaufen. Transversale oder falsche Schieferung findet statt, wenn die schiefrige Struktur und die damit verbundene Spaltbarkeit des Gesteins der Schichtung desselben nicht parallel läuft, sondern solche in einem größern oder kleinern Winkel durchschneidet. Sie findet sich meist bei Gesteinen der archäischen und paläozoischen Formationen.

d. Die schuppige Struktur

besteht darin, daß das betreffende Gestein aus blättrigen oder schuppigen Mineralteilchen (Glimmer, Chlorit) zusammengesetzt ist, die entweder wirr durch einander liegen oder nach einer Richtung hin angeordnet sind (schuppig-schiefrige Struktur).

e. Die faserige Struktur

verhält sich analog der schuppigen, insofern als die Gemengteile bei einem faserig struierten Gesteine faserig sind. Auch hier liegen dieselben entweder wirr durch einander oder in einer Richtung (faserig-schiefrige Struktur).

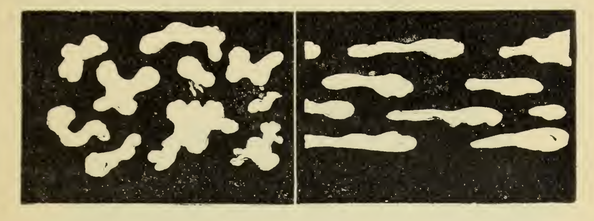
f. Die porphyrische Struktur.

Dieselbe besteht darin, daß in einem Gestein mit dichter Grundmasse einzelne Mineralien oder Krystalle oder auch krystallinische Teile besonders deutlich hervortreten. Wenn dieselbe Erscheinung bei Gesteinen mit körniger Struktur stattfindet, so spricht man von porphyrartiger Struktur, so z. B. von porphyrartigen Graniten.

g. Die blasige Struktur.

Gesteine, welche gerundete Hohlräume vom Charakter der Blasenräume enthalten, sind blasig struiert.

Diese Blasenräume sind dadurch entstanden, daß im noch weichen Zustande des Gesteins sich Gase entwickelten und die Entstehung der betreffenden Räume bedingten (s. Fig. 8).



Unregelmäßige Blasenräume. Fig. 8. Langgestreckte Blasenräume.

Wenn diese Blasenräume mannigfach gewunden sind, spricht man auch von schlackiger Struktur.

h. Die Mandelsteinstruktur.

Mandelsteinartig struiert sind die Gesteine dann, wenn die darin enthaltenen Blasenräume durch neuere Mineralbildungen ausgefüllt sind, wodurch dann die ganze Masse zuweilen das Ansehen von einem Backwerke mit eingeschlossenen Mandeln erhält. Mandelsteinartige Gesteine sind stets aus blasigen entstanden. Jedes mandelsteinartige Gestein wird Mandelstein genannt, da aber die Grundmasse der Mandelsteine sehr verschieden ist, so hat man womöglich immer eine nähere Bezeichnung derselben hinzuzufügen. Man spricht z. B. von Basaltmandelsteinen oder basaltischen Mandelsteinen, Melaphyrmandelsteinen &c.

i. Die poröse oder zellige Struktur

unterscheidet sich nur dadurch von der blasigen Struktur, daß die Hohlräume andern Ursprunges sind, nämlich entstanden durch Auswitterung.

j. Die oolithische oder Rogensteinstruktur (s. Fig. 9).

Die oolithisch struierten Gesteine bestehen aus einer Reihe von Konkretionen, Kugeln, aus konzentrischen Schalen oder aus radialen Strahlen zusammengesetzt, welche durch

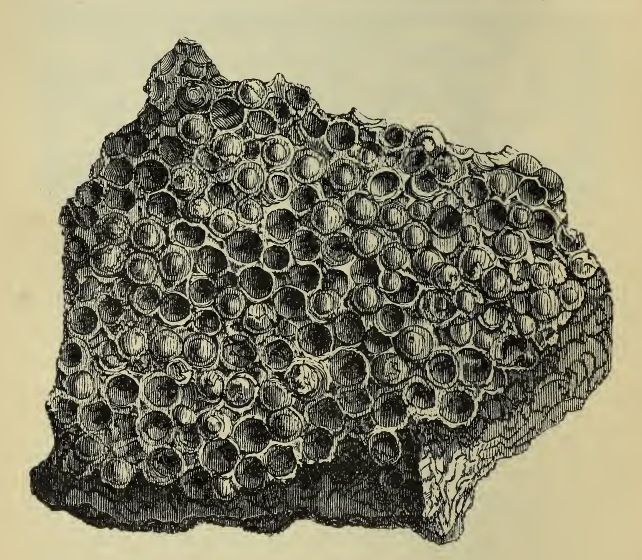


Fig. 9. Erbsenstein (Rogenstein) aus Karlsbad.

ein oftmals kaum merkliches Bindemittel mit einander verbunden sind. Ihre Entstehungsweise ist eine sehr verschiedene und oftmals noch unbekannte.

k. Die sphärolithische Struktur

ist eine mit der oolithischen nahe verwandte. Sie ist die Folge eines Erstarrungsprozesses und besteht darin, daß gleichartige (sphärolithische Struktur) oder ungleichartige (pseudosphärolithische Struktur) nadelförmige Mineralien sich um einen Kern radial anordnen. Die dadurch ent=

stehenden Kugeln zeigen sehr häufig eine scharfe Grenze gegen die übrige Gesteinsmasse.

Eine Modifikation der sphärolithischen Struktur ist die variolithische Struktur, bei welcher die genannten Kugeln aus unregelmäßig durcheinanderliegenden Körnchen und Nädelchen gebildet werden. Wenn diese Kugeln infolge der Verwitterung an der Gesteinsoberfläche zu Tage treten, so bekommt dieselbe ein blatternartiges Aussehen, was auch den Namen variolithische Struktur erklärt.

l. Die Fluidalstruktur (s. Fig. 10 S. 24).

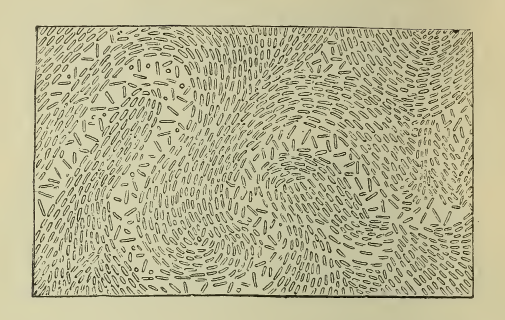
Diese Strukturform, die seltener makroskopisch, häufiger dagegen mikroskopisch wahrgenommen werden kann, besteht darin, daß die meist mikroskopischen Krystalle und Mikrolithe mit ihrer Längsachse parallel angeordnet in Strömen und Schwärmen durch das ganze Gestein verteilt sind und die größeren Ausscheidungen umfließen, oder sich an denselben spalten, als ob sich diese größeren Individuen ihrer Bewegung in den Weg gestellt hätten.

Damit hätten wir die wichtigsten Strukturformen, welche an den krystallinen Gesteinen auftreten, betrachtet; es erübrigt uns noch einige wenige nur bei den klastischen Gesteinen vorkommende Strukturen zu erwähnen. Vorher sei aber noch darauf aufmerksam gemacht, daß alle diese aufgeführten Strukturarten nicht nur vereinzelt, sondern zuweilen mehrere vereint an einem Gesteine vorkommen; so kann z. B. ein porphyrartiges Gestein zuweilen schieferig sein 2c.

m. Die psephitische Struktur.

Bei der psephitischen Struktur, welche wie die folgenden nur bei klastischen und nur mechanisch verbundenen, d. h. aus Bruchstücken von Mineralien und anderen Gesteinen bestehenden Gesteinen sich findet, unterscheidet man, je nach

der Art und Weise der Ausbildung dieser Gesteinsbruchstücke, folgende zwei Modifikationen:



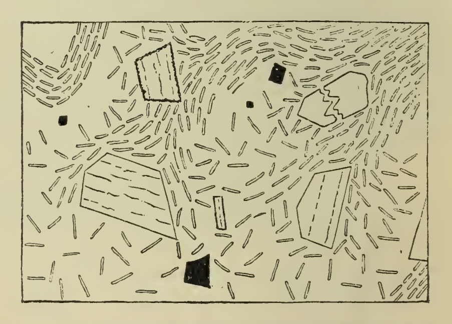


Fig. 10. Gesteinsdünnschliffe, die Fluidalstruktur zeigend.

1) Die konglomeratartige Struktur (s. Fig. 11), bei der die verbundenen Teile aus größeren abgerundeten Geschieben und Rollstücken bestehen, und

2) die breccienartige Struktur (s. Fig. 12), bei welcher die verbundenen Teile aus eckigen Bruchstücken von Gesteinen oder Mineralien bestehen, welche, wie dies bei den die vorgenannte Struktur zeigenden Gesteinen der Fall ist, durch irgend ein Bindemittel mechanisch mit einander

verkittet sind. Zu erwähnen ist der Umstand, daß gewisse in den Konglomeraten vorhandene Gerölle oftmals Eindrücke aufweisen, die darauf schließen lassen, daß dieselben während oder nach der Bildung einem starken Drucke ausgesetzt worden sind.

n. Die psammitische oder die Sandsteinstruktur.

Die zusammensetzenden Bestandteile sinken von Erbsengröße bis zur Grenze der mit freiem Auge wahrnehmbaren herab. Manchmal gehören die Körner einem einzigen

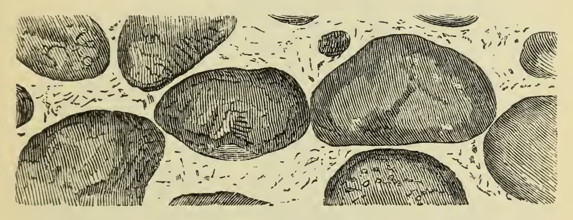


Fig. 11. Ein Konglomerat mit ziemlich dichtem Bindemittel.

Minerale an (Quarz), häufig aber verschiedenen Mineralien und Gesteinen. Da das Bindemittel oft sehr zurücktritt und die einzelnen Bruchstücke oft eine sehr scharfkantige Gestalt besitzen, so ist eine Verwechselung mit einem krystallinen Gesteine leicht möglich.

o. Die pelitische Struktur.

Pelitisch struiert sind alle diejenigen Gesteine, die aus staub- und schlammähnlichen Teilchen älterer Gesteine zusammengesetzt sind. Die hierhergehörigen Gesteine sind meist noch schiefrig struiert (Thonschiefer, Schieferthone).

Dialytische und limmatische Gesteine nennt man die Zersetzungsprodukte anderer krystalliner oder klastischer Gesteine, so die Thone, Kaoline 2c.

Schutt, Gerölle, Geschiebe, Gruße, Sande. Unter diesen Bezeichnungen versteht man nicht durch ein

Zement verbundene Bruchstücke älterer Gesteine. Dahin gehören auch die losen Auswurfsprodukte der Vulkane, Aschen und Lapilli.

1. Einfache Gesteine.

Eisgesteine. Dieselben nehmen als Schneeeis und als Wassereis am Aufbau der festen Erdrinde teil.

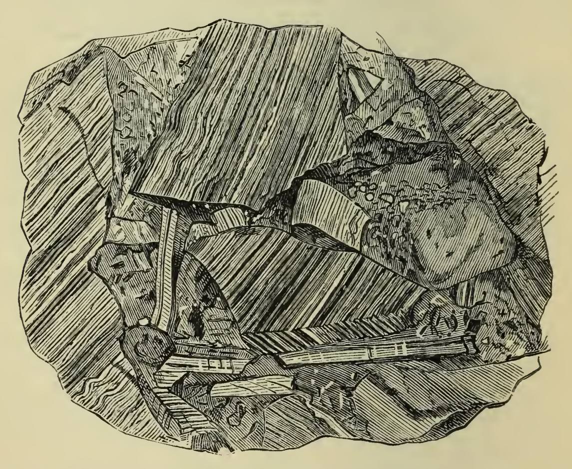


Fig. 12. Eine Breccie, gebildet durch Stücke von Bandachat; diese Breccienart pflegt man Trümmerachat zu nennen.

Haloidgesteine. Das Steinsalz (Chlornatrium) in Verbindung anderer, verwandter Mineralien, als Chlormagnesium, Chlorkalium und Chlorcalcium, spielt eine beträchtliche geologische Rolle. Das Steinsalz findet sich in den meisten Sedimentärformationen unserer Erde und bildet sich noch heute.

Gips und Anhydrit begleiten fast immer das Steinsalz und sind nicht weniger häufig auf der Erde verbreitet, als

das letztere. Auch diese Gesteine kommen in fast allen Sedimentärformationen vor.

Kalkstein. Man unterscheidet die Kalksteine entweder nach deren geologischem Alter (Kohlenkalk, Jurakalk), oder nach der Lokalität, an welcher sie typisch vorkommen (Hallstädter Kalk, Solnhofener Kalk), oder auch nach den Versteinerungen, die dieselben führen (Gryphitenkalk, Crinoideenkalk, Brachiopodenkalk). Die wesentlichen Bestandteile des Kalksteins sind krystalline Individuen von kohlensaurem Kalk, denen mehr oder weniger Quarz, Thon, Eisenmineralien, Bitumen oder sonstige organische Substanzen beigemengt sind und Abweichungen in Konsistenz und Farbe bedingen. Man spricht daher von mergeligem, bituminösem, kieseligem Kalkstein 2c. Ist der Kalkstein rein, so ist derselbe weiß, durch Beimengungen anderer Mineralien wird er grau, braun, gelb und schwarz 2c. gefärbt.

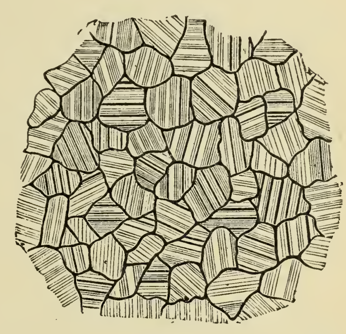


Fig. 13. Dünnschliff von Marmor in mehrfacher Vergrößerung, um die Zwillingslamellen von Calcit zu zeigen.

Eine wichtige Varietät des Kalksteines bildet der sogenannte körnige Kalk oder Marmor, der meist ganz rein und nur durch sehr wenige Beimengungen verunreinigt ist, so daß derselbe in schöner reiner weißer Farbe erscheint. Unter dem Mikroskop zeigt er einen höchst charakteristischen Aufbau aus Zwillingslamellen von Calcit (s. Fig. 13).

Auch die oolithische Struktur weist der Kalkstein manchmal auf. Man spricht ferner von dichtem Kalkstein, von erdigem Kalkstein 2c.

Dolomit ist eine isomorphe Mischung von kohlensaurem Kalke und kohlensaurer Magnesia, wobei die erstgenannte Substanz im Übergewichte ist (54 zu 46). Die Struktur des Dolomits ist deutlich krystallin.

Mergel. Unter Mergel versteht man ein Gemenge von Kalkstein, Dolomit und Thon in sehr wechselndem Verhältnisse. Accessorisch treten darin noch andere Mineralien auf, so daß man auch Gipsmergel, Sandmergel ꝛc. neben Dolomitmergel, Kalkmergel, Thonmergel unterscheidet. Struktur teils dicht, teils schiefrig (Mergelschiefer). Zu den Mergeln stellt man auch den Kupferschiefer, ein mit fein verteilten Kupfererzen (Kupferkies und Buntkupfererz) imprägnierter Mergelschiefer. Auch der Guano gehört hierher, und die analoge ältere Bildung, der Phosphorit, ein Gestein organischen Ursprungs, sehr phosphorhaltig.

Quarzit, ein aus körniger oder auch dichter Quarzmasse bestehendes Gestein, das sich meist mit älteren krystallinen Schiefergesteinen zusammen findet.

Kieselschiefer oder Lydit, ein durch kohlige Beimengungen dunkel gefärbtes schiefriges Quarzgestein, oft von weißen Quarzadern durchzogen.

Hornstein und Feuerstein, dichte Quarzvarietäten, die oft Knollen oder Schichten im Kalkstein, besonders in der weißen Kreide bilden. Hierher gehören auch der Kieselsinter und der Kieseltuff, aus Kieselerde bestehende Quellablagerungen, welche sich an vielen heißen Quellen finden, so z. B. an den Geysiren Islands.

Der Kieselguhr, Polierschiefer und Trippel sind wenig feste, aus den kieseligen Panzern von Diatomeen bestehende Gesteine. Als hierher gehörige Gesteine können füglich noch angesehen werden: der Opal und der Menilith, amorphe Quarzvarietäten, und der Achat, eine Verbindung von Karneol und Chalcedon und anderen Varietäten von Kieselsäure; sie nehmen jedoch nur in sehr untergeordneter Weise am Aufbau der festen Erdrinde teil.

Serpentin. Ein dunkelfarbiges, wesentlich aus dem Minerale Serpentin bestehendes Gestein, von dunkler Farbe, sehr talkerdehaltig und darum fettig anzufühlen, und schneidbar. Ist meist ein Umwandlungsprodukt aus anderen Gesteinen.

Spateisenstein, Siderit, bildet selbständige Lager, Stöcke oder Gänge, z. B. im ältern Gebirge der Ostalpen. Eine Varietät hiervon ist der Sphärosiderit, oder Thoneisenstein, dichter, mit Thon gemengter Spateisenstein, hie und da auch durch Kohle schwarz gefärbt, Kohleneisenstein (black band). Oftmals Begleiter der Steinkohlenformation.

Roteisenstein. Eisenoxyd als Gestein, Lager, Stöcke und Gänge, besonders zwischen älteren Gesteinen, bildend.

Brauneisenstein. Eisenoxydhydrat, Lager, Stöcke oder Gänge in vielen Formationen bildend.

Magneteisenstein. Eisenoxydoxydul als Gestein, accessorisch noch einige andere Mineralien enthaltend, bildet Lager, Stöcke und Gänge, besonders zwischen krystallinen Schiefern.

Sodann wären hier noch zu nennen: der Chromeisenstein, der Raseneisenstein, der Schwarzeisenstein, das Bohnerz &c. Dieselben nehmen nur sehr geringen Anteil an der Zusammensetzung der festen Erdrinde und es muß bezw. der nähern Definition derselben auf ein Lehrbuch der Mineralogie verwiesen werden.

Kohlengesteine. Graphit, bisweilen Lager zwischen krystallinen Schiefern bildend; auch selbständig auftretend als Graphitschiefer. Anthracit, bitumenfreie Steinkohle, auch Glanzkohle genannt. Verbrennt ohne Rauch und ohne Geruch. Schwarzkohle oder Steinkohle, nur wenig Bitumen enthaltend. Braunkohle, bitumenreiche Kohle von braunem Pulver. Dahin gehört der Lignit, die Blätterkohle, die Papierkohle, die Moorkohle, der Torf, ein filziges, erdiges oder dichtes Aggregat halb zersetzter Pflanzenteile.

Asphalt oder Erdpech, reines Bitumen. Erdöl, Petroleum, Naphtha finden sich zuweilen flüssig zwischen Gesteinen oder durchdringen dieselben als bituminöse Substanzen.

2. Gemengte krystalline Gesteine.

a. Nichtschieferige, massige Gesteine.

Bei der Aufzählung der gemengten krystallinen Gesteine nichtschiefriger Struktur halten wir uns an die bahnbrechende Einteilung Rosenbuschs. Wir unterscheiden sieben Hauptgruppen von massigen Gesteinen, nach ihrer mineralischen Zusammensetzung. Diese sind:

1) Orthoklas-Gesteine.
2) Orthoklas-Nephelin-, resp. -Leucit-Gesteine.
3) Plagioklas-Gesteine.
4) Plagioklas-Nephelin-, resp. -Leucit-Gesteine.
5) Nephelin-Gesteine.
6) Leucit-Gesteine.
7) Peridotite oder feldspatfreie Gesteine.

Jede dieser Gruppen erfährt wieder eine weitere Einteilung je nach ihrem relativen geologischen Alter, so daß man von älteren Gesteinen spricht, womit man diejenigen meint, deren Bildung vor die Tertiärzeit fällt, und von jüngeren Gesteinen, die in der Tertiärzeit und nachher gebildet wurden. Eine weitere Einteilung dieser Gruppen gründet sich auf die Strukturunterschiede der Gesteine. Man spricht z. B. von körnigen, von porphyrischen und von glasigen Orthoklasgesteinen rc. Während man bei den älteren Gesteinen auf Grund dieser Strukturunterschiede je drei Abteilungen unterscheidet, macht man deren nur zwei bei den jüngeren, insofern man hier von körnigen oder porphyrischen als der einen und von glasigen Gesteinen als der anderen spricht. Die

eingefügte Tabelle giebt einen Überblick über diese sämtlichen Gesteine, deren wichtigste hier kurz aufgezählt werden sollen. Bezüglich der Stellung im System muß auf die Tabelle selbst verwiesen werden.

Orthoklas-Gesteine.

Granit. Krystallinisch-körniges Gemenge von Orthoklas, Oligoklas, Glimmer und Quarz. Wenn nur Muskovitglimmer vorhanden ist, so spricht man von einem Muskovitgranit, Granit, in dem sich nur Biotit findet, nennt man Granitit oder Biotitgranit; sind beide Glimmer im Gestein vorhanden, so heißt dasselbe Granit. Protogingranit wird ein granitartiges Gestein genannt, bei dem der Glimmer zumteil durch Chlorit und Talk ersetzt ist; es ist noch nicht festgestellt, ob der Protogingranit nicht zum Gneis gehört. Schriftgranit nennt man ein Gestein, bei welchem eine eigentümliche gegenseitige Verwachsung der Feldspat- und der Quarzteilchen stattfindet, so daß dasselbe das Aussehen bekommt, als wäre es mit hebräischen Schriftzeichen bedeckt. Hie und da treten auch accessorische Gemengteile im Granit in größerer Menge ein, dann redet man von Turmalingranit, Cordieritgranit rc. Greisen nennt man ein granitisches Gestein, in welchem der Feldspat größtenteils durch Zinnerz (Zinnstein) ersetzt ist, und das stockartig im eigentlichen Granit auftritt. Vermittelst des Granitporphyrs, eines Gesteines, in welchem in einer feinkörnigern Grundmasse größere Individuen von Quarz und Feldspat ausgeschieden sind, gehen die granitischen Gesteine über in den

Quarzporphyr, ein Gestein mit dichter mikrofelsitischer Grundmasse, worin große Krystalle von Feldspat und Quarz ausgeschieden sind.

Felsitpechstein. Hat eine ähnliche Zusammensetzung und Struktur wie der Quarzporphyr, nur fehlen die größeren Krystallausscheidungen. Auch zwischen diesem Gestein und dem Quarzporphyr besteht eine Serie von Übergängen.

Der Liparit ist gewissermaßen der tertiäre und posttertiäre Vertreter der Granite. Der monokline Feldspat in allen Gesteinen dieser Gruppe tertiären und posttertiären Alters ist nicht mehr der Orthoklas, sondern der Sanidin. Es geht aus dem Vorhergesagten wohl deutlich hervor, daß unter den Lipariten auch die tertiären und posttertiären Vertreter der Quarzporphyre zu suchen sind.

Perlit, Obsidian, Trachytpechstein und Bimsstein sind die glasigen Glieder dieser Gruppe. Der Perlit besitzt eine eigenartige Struktur. Es liegen nämlich in der Glasmasse kugelige Gebilde, deren einzelne Teile ähnlich wie Zwiebelschalen ineinandergreifen.

Syenit. Ein krystallinisch-körniges Gemenge von Feldspat und Hornblende; eines der wichtigsten accessorischen Mineralien ist der fast nie in den typischen Syeniten fehlende Titanit. Hie und da kommt auch Quarz in untergeordneter Menge im Syenit vor. Tritt Glimmer in größerer Menge unter die Gemengteile des Syenits, so entsteht der Glimmersyenit oder die Minette (der Name stammt von einer vulgären Bezeichnung dieses Gesteins durch die Bergleute in den Vogesen). Auch Augitsyenite sind bekannt.

Quarzfreier Porphyr, die quarzfreie, porphyrische Ausbildung der Gesteine von der mineralischen Zusammensetzung der Syenite.

Der Trachyt besteht aus Sanidin und Oligoklas, Glimmer, Hornblende und untergeordnetem Quarz und ist entweder krystallinisch-körnig oder porphyrisch struiert.

Orthoklas-Nephelin-, resp. -Leucit-Gesteine.

Eläolithsyenit. Der ältere, körnige Vertreter dieser Gruppe. Der Nephelin ist hier durch seinen vortertiären Vorgänger, den Eläolith, ersetzt. Miascit nennt man eine Biotit führende Varietät von Miask im Ilmengebirge. Unter Foyait begreift man einen Hornblende führenden

Eläolithsyenit von der Sierra de Monchique in Portugal, Ditroit wird ein Sodalith führendes hierhergehöriges Gestein aus der Umgebung von Ditrò in Siebenbürgen genannt, Zirkonsyenit endlich ein Eläolithsyenit mit vielen Zirkonkrystallen.

Eläolithporphyr ist der porphyrisch ausgebildete analoge Gesteinstypus. Seltenes Gestein, auch Liebeneritporphyr und Gieseckitporphyr genannt. Ersterer bildet Gänge im südlichen Tirol und enthält Liebeneritkrystalle, woher der Name.

Phonolith. Wohl das wichtigste Glied dieser zweiten Gruppe. Enthält das Gestein neben dem Sanidin und Hauyn und dem Augit, sowie der Hornblende nur Nephelin, so spricht man von Nephelinphonolithen, enthält es Leucit, so nennt man dasselbe Leucitphonolith, enthält das Gestein schließlich beide Gemengteile, so entsteht der Leucitophyr. Der Phonolith ist oftmals plattig abgesondert; beim Anschlagen geben diese Platten einen helltönenden Klang von sich, davon der Name Phonolith oder Klingstein.

Plagioklas-Gesteine.

Diorit. Körniges Gestein, aus Feldspat, Quarz, Hornblende und Glimmer bestehend. Viele Varietäten, Kersantit, Tonalit, Gesteine nach lokalem Vorkommen (Kersanton in der Bretagne, Mt. Tonale in Südtirol) so genannt. Der eigentliche Diorit ist ein fast quarzfreies Gestein; das quarzhaltige Äquivalent wird Quarzdiorit genannt. Die porphyrischen Gesteine dieser Gruppe nennt man Porphyrite, hier also Dioritporphyrit. Bei allen Plagioklasgesteinen redet man überhaupt nicht mehr von Porphyren bei den porphyrisch struierten Varietäten, sondern nur noch von Porphyriten. Der Ausdruck Porphyr wird nur für die porphyrisch struierten Varietäten der Orthoklasgesteine gebraucht.

Dioritpechstein wird die glasige Ausbildungsweise des Diorittypus genannt.

Als Dacit bezeichnet man die quarzhaltigen jüngeren Glieder der Diorite.

Der Andesit ist die quarzfreie Ausbildung der jüngeren Gesteine vom Diorittypus.

Diabas. Unter Diabasen versteht man Plagioklas-Augit-Gesteine. In dieser Abteilung vertritt der Olivin gewissermaßen die Rolle des Quarzes, denn man spricht hier von olivinfreien und von olivinhaltigen Diabasen. Der olivinfreie Diabas wird Diabas schlechtweg genannt, der olivinführende heißt Olivindiabas.

Diabasporphyrite nennt man die porphyrischen olivinfreien Glieder der Diabase.

Melaphyr. Diese Bezeichnung wendet man für die porphyrisch ausgebildeten Glieder der Olivin-Diabase an.

Augitandesit. Die jüngeren Glieder der olivinfreien Diabase heißen Augitandesite.

Basalt oder Plagioklasbasalt.

Im Sinne der Rosenbuschschen Einteilung die jüngeren Glieder der olivinhaltigen Plagioklas-Augit-Gesteine in körniger oder porphyrischer Ausbildung. Unter dem Namen Basalt läuft aber heute noch so manches Gestein, das eigentlich kein echter Basalt ist, sondern unter die Nephelinbasalte und die Nephelinite gehört. Da aber nach neueren Untersuchungen alle diese Gesteine durch mannigfache Übergänge mit einander verbunden sind, so sollen sie hier zusammen abgehandelt werden. Der Plagioklasbasalt ist entweder körnig oder dicht. Die körnige, und zwar die grobkörnigste Varietät nannte man früher Dolerit, die feinkörnigere Anamesit, die dichte Basalt. Die Basalte haben demnach mannigfache Strukturunterschiede. Interessant ist der Umstand, daß sich in den Basaltgesteinen manchmal größere Ausscheidungen von Olivin finden. Nephelinbasalt ist ein basaltartiges Gestein mit größerem oder

geringerem Gehalt an Nephelin; fehlt der Olivin in einem derartigen Gestein, so heißt dasselbe Nephelinit. Ebenso verhält es sich mit dem Leucitbasalt und dem Leucitit. Ersterer enthält Olivin und Leucit, letzterer nur Leucit und keinen Olivin. Als Tachylit und Hyalomelan bezeichnet man glasige Basalte. Limburgite sind feldspatfreie Basaltgesteine mit Glasbasis.

Gabbro, Gestein, vorwiegend körnig und aus Plagioklas und Diallag zusammengesetzt.

Lherzolith, ein aus Diallag, Enstatit, Pikotit und Olivin bestehendes Gestein, das sich in den Pyrenäen und im skandinavischen Norden findet.

b. Schiefrige Gesteine.

Gneis. Die schiefrige Ausbildung der Gesteine vom granitischen Typus. Auch hier unterscheidet man alle die Varietäten, die beim Granit unterschieden werden, Biotitgneis, Hornblendegneis, Protogingneis etc. Man unterscheidet besonders roten Gneis und grauen Gneis, wovon ersterer durchschnittlich 10 % Kieselsäure mehr enthält, als der graue, und nur wenig hellen Glimmer, der letztere dagegen viel dunkeln Glimmer und auch oftmals mehr Plagioklas als Orthoklas.

Granulit ist ein weißes, schiefriges Gestein, das aus Orthoklas, Quarz und Granat in feinkörnigem Gemenge besteht.

Hälleflinta, ein Gneis mit sehr feinem Korne, in abwechselnden Lagen verschiedene graue, gelbliche, bräunliche und grüne Farbentöne zeigend. Zeigt Übergänge in den eigentlichen Gneis.

Glimmerschiefer, schiefriges Gestein aus Quarz und aus Glimmer bestehend, und zwar in sehr abwechselndem Verhältnis. Beim echten Glimmerschiefer ist der Glimmer bedeutend im Übergewicht. Ist dagegen mehr Quarz vor-

handen, so spricht man von Quarzitschiefer. Varietäten in großer Menge, darunter: Paragonitschiefer, Glimmerschiefer mit Natronglimmer, Sericitglimmerschiefer, solcher mit Sericit und Chlorit, Kalkglimmerschiefer, solcher mit Kalk in linsenförmigen Lagen ꝛc.

Phyllit oder Thonglimmerschiefer oder Urthonschiefer. Gesteine von dunkler Farbe, mit sehr deutlicher Schieferstruktur und aus Feldspat, Quarz, Glimmer und Chlorit, daneben noch aus anderen Mineralien bestehend. Die mineralische Zusammensetzung ist nur unter dem Mikroskope zu erkennen. Dahin gehören die Chiastolithschiefer mit Chiastolith, die Staurolithschiefer mit Staurolith, die Ottrelithschiefer mit Ottrelith, die sogenannten Fruchtschiefer, Garbenschiefer, Knotenschiefer, Fleckschiefer ꝛc. Auch der Sericitschiefer, nicht zu verwechseln mit dem Sericitglimmerschiefer, gehört hierher, ebenso der Itakolumit, ein infolge der Reibung der einzelnen Quarzteilchen an einander sehr biegsames Gestein mit viel Glimmer, und von heller Farbe. Man hat darin Diamanten eingewachsen gefunden.

3. Klastische Gesteine.

a. Vulkanischen Ursprunges.

Tuff. Unter Tuffen hat man feinzerriebene eruptive Gesteine zu verstehen, die bei vulkanischen Ausbrüchen entstanden sind. Dieselben sind mehr oder weniger fest mit einander verbunden. Man unterscheidet je nach den Gesteinen, deren Begleiter sie bei der Eruption gewesen sind und aus deren Bestandteilen sie bestehen, Porphyrtuffe, Diabastuffe, diese zumteil auch Schalsteine genannt, Trachyttuffe, Basalttuffe, Phonolithtuffe ꝛc. Nur granitische Tuffe kennt man nicht.

Peperino ist der Lokalname für einen zahlreiche Krystalle enthaltenden Tuff im Albanergebirge.

Lose vulkanische Auswürflinge. Dahin gehören die vulkanischen Sande und Aschen, welche dieselbe Entstehungsursache haben, wie die Tuffe, mit dem alleinigen Unterschiede, daß letztere wohl meist submarine Bildungen oder wenigstens solche sind, bei deren Aufschichtung auch das Wasser mitgewirkt hat. Dahin gehören ferner die vulkanischen Auswürflinge, welche man Bomben, Lapilli 2c. genannt hat, Stücke erstarrter Lava, welche je nach ihrer Größe bezeichnet werden. Größere erhalten die erstere, kleinere die zweite Benennung.

b. Zusammenschwemmungsgebilde.

Konglomerate. Deren Strukturverhältnisse wurden schon S. 24 f. erläutert. Das Bindemittel, welches die einzelnen Rollstücke verkittet, kann entweder kieseliger oder kalkiger Natur sein. Bestehen die Konglomerate nur aus einer Sorte Gestein, so spricht man von monogenen, bestehen dieselben aus mehreren Arten von Gesteinen, so spricht man hingegen von polygenen Konglomeraten. Zu den Konglomeraten gehören auch die Grauwacken, dunkelgefärbte Gesteine, aus Stücken von Quarz, Kieselschiefer, Thonschiefer, Feldspat- und Glimmerteilchen, die oftmals schiefrig struiert sind (Grauwackenschiefer) gebildet. Diese Grauwacken sind in der paläozoischen Formationsgruppe sehr verbreitet, weshalb man auch die Silur- und Devonformation früher als Grauwackenperiode bezeichnet hat. Ein tertiäres Konglomerat ist die Nagelfluh, ein anderes der Puddingstein der Engländer (eocän).

Breccien. Auch die Struktur dieser Art von Gestein ist schon früher erläutert worden. Eine der interessantesten Breccien ist das sogenannte Bonebed, eine in der Trias vorkommende, fast nur aus Knochenfragmenten, Koprolithen 2c. bestehende Breccie. Gewisse Breccien an den Grenzen von Eruptivgesteinen pflegt man Reibungsbreccien zu nennen.

Sandstein. Das den Sandstein zusammensetzende Mineral ist der Quarz in ziemlich kleinen Körnern. Deren Bindemittel ist, wie bei den Konglomeraten und den Breccien, entweder ein kalkiges oder ein kieseliges, oftmals auch ein thoniges. Man spricht von mergeligem, thonigem, kieseligem Sandstein, eisenschüssigem Sandstein (durch beigemengtes Eisenoxyd) ꝛc. Dem Sandstein sind sehr oft gewisse accessorische Bestandteile, wenn anders man von solchen hier reden kann, beigemengt, so z. B. gewisse Erze, Bleiglanz, Kupfererze ꝛc. Die Farbe der Sandsteine ist äußerst verschieden, weiß, gelb, rot, braun, grün ꝛc., je nach der Farbe des oftmals durch verschiedene Stoffe verschieden gefärbten Bindemittels. Bei den Sandsteinen unterscheidet man nach ihrer Lagerung viele Altersvarietäten, wie z. B. Tertiärsandstein, Kreide- oder Quadersandstein, Jurasandstein, Buntsandstein ꝛc. Arkose nennt man ein sandsteinartiges, viel Feldspat und Glimmer enthaltendes Gebilde.

Thonschiefer. Dunkle Gesteine, makroskopisch dicht erscheinend, aus feinzerriebener Masse älterer Gesteine bestehend, wie die mikroskopische Analyse ergiebt. Als accessorischer Gemengteil kommt sehr häufig der Rutil darin vor. Ausgezeichnete Schieferstruktur. Große Menge von Varietäten, darunter Dach- und Tafelschiefer, Griffelschiefer, Wetzschiefer, Alaunschiefer ꝛc. Unter Schieferthon versteht man einen an Thon sehr reichen Thonschiefer; man nimmt an, daß es erhärtete Thone und Letten sind. Bitumenreiche Thonschiefer nennt man Brandschiefer.

Kaolin. Zersetzungsprodukt feldspatführender Gesteine; mit diesen vergesellschaftet vorkommend. Wasserhaltiges Thonerdesilikat.

Thon. Stark durch mancherlei Beimengungen verunreinigter Kaolin. Hierher gehört auch der Lehm und der Löß, in dem sich sehr viel kohlensaurer Kalk findet.

Gerölle, Geschiebe und Sand sind Dinge, die sich von selbst erklären. Große Geschiebe, die dahin, wo sie vorkommen, durch Gletscher oder Eisberge gebracht worden sind, nennt man Findlingsblöcke oder erratische Blöcke.

Dritter Abschnitt.

Der Vulkanismus oder die vulkanischen Erscheinungen.

Unter Vulkanismus verstehen wir mit A. v. Humboldt die Gesamtheit der Reaktionen eines glutflüssigen, fortschreitend im Erstarren begriffenen Erdkerns (Erdinneren) gegen eine starre Erdkruste. Daraus folgt, daß zum Vulkanismus nicht nur die in den eigentlichen Vulkanen sich äußernde Thätigkeit gehört, sondern auch alles, was wir unter Solfataren, Fumarolen, Erdbeben (wenigstens zum größten Teil), säkularen Bodenhebungen und -Senkungen, Gebirgsbildung ꝛc. verstehen.

Die Vulkane.

Vulkane. Als Vulkane bezeichnen wir mit Supan jede Erdstelle, die durch einen Kanal mit dem Erdinnern in Verbindung steht, aus welchem heißflüssiges Gesteinsmaterial zu Tage gefördert wird oder wurde. Es ist also durchaus nicht nötig, daß der Vulkan ein Berg ist, denn manche Vulkane erheben sich kaum wenige Meter über die Erde, wie die nachher zu besprechenden Maare. Die Vulkanuerge werden meistens von den Vulkanen selbst aufgebaut, bnd zwar vermittelst des von ihnen zu Tage geförderten Materials.

Einteilung der Vulkane. Man teilt die Vulkane ein in

1) thätige und
2) erloschene Vulkane.

Unter thätigen Vulkanen versteht man solche, welche seit historischen Zeiten thätig gewesen sind, unter erloschenen diejenigen, welche seit Menschengedenken keine Eruption mehr gehabt haben. Zu der ersten Abteilung gehören z. B. der Vesuv, der Ätna, der Stromboli und andere mehr, in die zweite Kategorie dagegen z. B. der Mosenberg in den Rheinlanden, die schon erwähnten Maare der Eifel, viele Vulkane der kanarischen Inseln ꝛc.

Auf Grund des Materials, woraus ein Vulkan besteht, spricht man mit K. v. Seebach von

a) geschichteten oder Stratovulkanen und von
b) homogenen oder massigen Vulkanen.

a. Die geschichteten oder Stratovulkane.

Dieselben bestehen aus wechsellagernden Schichten von Tuffen, Aschen und Laven, also von ausgeworfenen vulkanischen Massen. Ein solcher Stratovulkan bildet sich meist ganz allmählich. Erst ist in den häufigsten Fällen nur eine kreisrunde Öffnung vorhanden, der Krater, d. i. die Ausmündungsstelle des mit dem Erdinneren kommunizierenden Kanals an der Erdoberfläche. Aus dem Krater werden die obbesagten Materialien ausgeworfen und dieselben häufen sich ringwallartig um denselben herum an. Infolge wiederholter Eruptionen vergrößert sich dieser Ringwall immer mehr und mehr und es entsteht ein Vulkankegel. Je nach der Zeitdauer der Thätigkeit eines solchen Vulkanes und selbstverständlich je nach der öfteren Wiederholung und der Heftigkeit seiner Eruptionen wird sein Kegel größer oder kleiner sein. Auch wird sich der Kegel je nach der zeitweisen Verschiedenheit der Auswurfssteine des Vulkanes aus Schichten verschiedenen Materials zusammensetzen.

Die nachstehende Abbildung (Fig. 14) zeigt den idealen Durchschnitt durch einen Stratovulkan. Man sieht den Krater und den zumteil mit Lava angefüllten Kanal. Von

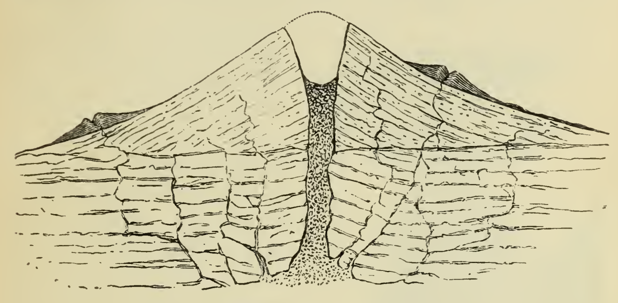


Fig. 14. Stratovulkan mit Nebenkratern.

diesem zweigen sich zahlreiche Nebenkanäle ab, welche den Vulkankegel durchbrechen und auf dessen Gehänge die

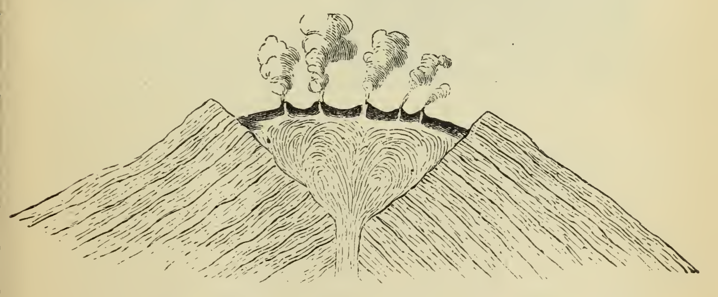


Fig. 15. Eruptionskegel und Krater auf den Spalten der festen Kruste des Lavasees im Krater.

Bildung von Nebenkratern verursacht haben. Man sieht auf der Abbildung die Schichten von verschiedenem Material, die den Kegel zusammensetzen und nach außen zu abfallen. Im Ruhezustande des Vulkans, d. h. in derjenigen

Periode, welche zwischen zwei Eruptionen desselben liegt, ist der Krater nach unten zu durch eine Kruste erstarrter Lava abgeschlossen. Die Lava erkaltet nämlich sehr schnell an ihrer Oberfläche. Es kommt nun zuweilen vor, daß im Ruhezustande des Vulkans die glutflüssige Lava den Krater unter der besagten Erstarrungskruste anfüllt, und dann entsteht ein sogen. Lavasee. Durch die Reaktion der aus diesem Lavasee entweichenden Gase wird jedoch die starre obere Kruste manchmal gesprengt und es entstehen auf derselben kleine Nebenkrater, sogen. Schlackenkegel, wie sie die Abbildungen Fig. 15 und 16 veranschaulichen. Diese Nebenkrater verhalten sich der Lavamasse gegenüber gerade so, wie der ganze Vulkan gegenüber dem glutflüssigen Erdinnern. Zieht sich jedoch unterhalb der den Krater nach oben zu abschließenden festen Lavakruste die Lava im Ruhezustande des Vulkans zurück, so verlieren die meist nur aus lockerem Materiale aufgeschichteten Kraterwände ihren Halt und sie stürzen in sich zusammen. Dann erfolgt die Bildung eines Einsturzkraters. Manchmal ist ein solcher Einsturzkrater der Einwirkung der Atmosphärilien ausgesetzt und es entsteht dann oftmals eine seitliche, schluchtartige Öffnung in dem Kraterwalle. Diese Öffnung nennt man nach einem Vorkommen auf Palma (Kanarien) den Barranco, während der Einsturzkrater die denselben Ursprung habende Bezeichnung Caldera erhalten hat.


Fig. 16. Schlackenkegel.

Erfolgt nun eine neue Eruption, so baut sich der neue Kraterwall im alten Einsturzkrater auf, wie dies Figur 17 zeigt. Nach Seebach sind übrigens Einsturzkrater seltenere Vorkommnisse; häufiger ereignet es sich, daß durch besonders starke erneute Eruptionen ein großer Teil des Vulkankegels in die Luft geblasen wird, wobei oftmals die Aschen viele tausende von km weit durch die Winde fortgetragen werden.

b. Die homogenen oder massigen Vulkane.

Im Gegensatze zu den Stratovulkanen sind die homogenen Vulkane nicht nach und nach, sondern vielmehr auf ein einziges Mal, gewissermaßen auf einen einzigen Guß entstanden. Das Magma, aus welchem sie gebildet wurden, entquoll der Erde in einer viel zähflüssigern Masse, als dies bei den Stratovulkanen der Fall ist. Infolgedessen staute

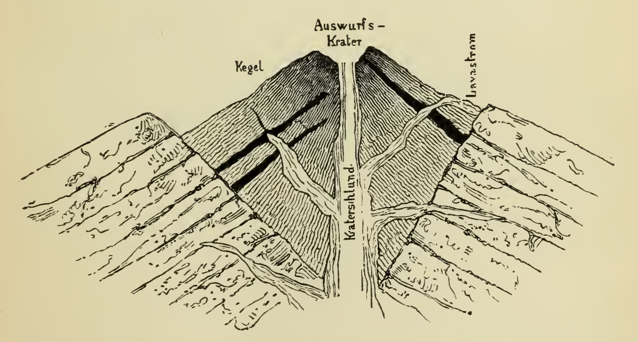


Fig. 17. Einsturzkrater.

sich die Magmamasse über der Eruptionsstelle auf, glockenförmig oder kuppenförmig. So entstanden die vulkanischen Kuppen und Dome des Hegaues, der Auvergne 2c. Charakteristisch für die homogenen Vulkane ist die prismatische und die plattenförmige Absonderung ihrer Gesteine.

Für die letztere Absonderungsform läßt sich auch der Ausdruck Zwiebelstruktur vortrefflich anwenden. Die Mehrzahl der heutigen Vulkane gehört der ersten Kategorie, d. h. den Stratovulkanen, an, während die homogenen Feuerberge zu den Ausnahmefällen gehören. Zu den bekanntesten dieser letzteren, deren Bildung in historische Zeiten fällt, gehört der Georgios bei Santorin, welcher bei den im Jahre 1866 auf dieser Insel und in deren Umgebung stattgehabten Eruptionen gebildet worden ist.

c. Maare.

Eine eigentümliche vulkanische Erscheinung bilden die sogenannten Maare, kesselförmige, mit Wasser gefüllte Vertiefungen von meist kreisrunder Gestalt im Boden. Man nennt sie auch Kesselkrater. Die Maare stellen das erste Entwicklungsstadium eines Vulkans dar. Es ist durch dieselben nur eine einzige Eruption erfolgt und dann trat wieder der Ruhezustand ein. Es sind, wie das aus dem Vorhergesagten folgt, die Maare entweder nur mit einem ganz niedrigen Wall von Eruptionsmaterial eingefaßt, oder dieser fehlt ihnen auch ganz; viele haben auch einen Abflußkanal für das in ihnen sich ansammelnde Wasser, anderen geht dieser wiederum ab. Die Maare besitzen zuweilen einen ganz beträchtlichen Umfang, so z. B. das Pulvermaar in der Eifel. Dieselben sind auf Erden weitverbreitete Erscheinungen, so in den Rheinlanden, in der Auvergne, in Italien, auf Madagaskar 2c. Die nebenstehende Abbildung (Fig. 18) zeigt ein berühmtes Maar, den Lac Pavin, am Fuße des Mont Chalme in der Auvergne.

Die Bildung der Maare ist ganz unabhängig von der Gesteinsbeschaffenheit ihres Untergrundes. So sind die Maare der Eifel in devonische Kalke und Schiefer, die der Auvergne in Granit oder in Basalt eingesenkt, und immer ist ihre Form und die Art und Weise ihres Vorkommens dieselbe.

Die vulkanische Thätigkeit.

Bei der Eruption eines Vulkans lassen sich gewöhnlich drei aufeinanderfolgende Thätigkeitsäußerungen unterscheiden. Die erste derselben besteht in lokalen Bodenerschütterungen, in starkem unterirdischen Getöse, Aufreißungen von Spalten, starken Ausströmungen ꝛc. Tritt die zweite Thätigkeitsäußerung ein, so öffnet sich der Krater, das denselben erfüllende Material wird hoch in die Luft geschleudert und diese Ausschleuderungen von Schlacken und Aschen dauern oft mehrere Tage lang. Indem diese Ausschleuderungsprodukte auf den Berg und auf dessen Umgebung niederfallen, pflegen sie den Berg um eine neue Schicht zu vergrößern, oder an dessen Fuß mächtige Anhäufungen zu bilden, die

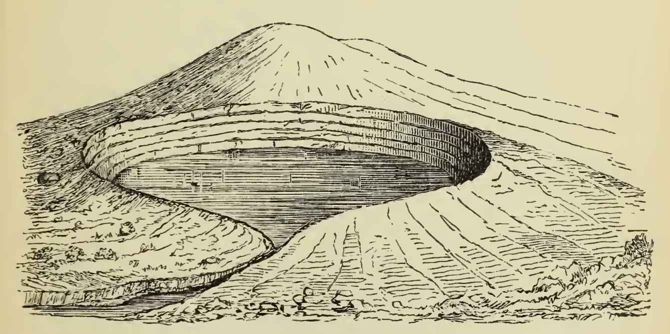


Fig. 18. Maar Lac Pavin in der Auvergne.

schon ganze Ortschaften verschüttet haben, wie z. B. Pompeji und Herculanum ums Jahr 79 n. Chr. Geb. Die dritte Eruptionsthätigkeit besteht im Ausfließen der Lava. Bricht die Lava aus dem Gipfel des Vulkans hervor, so entstehen sogenannte Gipfeleruptionen, tritt sie dagegen an den Seiten des Kraters aus, so spricht man von Seiteneruptionen. Dann bilden sich sogenannte Nebenkratere, wie sie schon erläutert wurden und in Fig. 14 abgebildet

worden sind. Die Bewegungen der schmelzflüssigen Lavamassen sind nur sehr geringe; auf ihrer Oberfläche finden fortwährend Gasexplosionen statt; wenn auch Flammenerscheinungen in kleinem Umfange beobachtet worden sind (Santorin), so wird doch die scheinbare Feuersäule im Krater auf den Widerschein der darin befindlichen heißflüssigen Lava zurückgeführt werden müssen.

Die Auswurfsprodukte bestehen, wie schon gesagt, aus Aschen, Schlacken und glutflüssigen Laven. Die Aschen sind teils Zerreibungsprodukte der die Wände des Kanals bildenden Gesteine, teils feinzerteilte Laven selbst. Die größeren Auswürflinge bestehen vielfach aus größeren von der Lava losgerissenen Blöcken dieser Gesteine, so z. B. die Sommablöcke des Vesuvs, oder sie sind aus schon erstarrtem Magma zusammengesetzt und werden dann je nach ihren Dimensionen Lapilli oder Bomben genannt. Unter Laven verstehen wir die in glutflüssigem Zustande aus dem Erdinnern hervorgequollenen Gesteinsmassen. An der Oberfläche erkaltet die Lava sehr schnell, während unter dieser Erstarrungskruste ihre fließende Bewegung fortdauert.

Durch den Umstand, daß während der Dauer der Eruption die unter derselben fließende Lava immer neuen Zufluß erhält, wird die erkaltete Decke zeitweise wieder gesprengt und in Stücke getrennt, neue Lavamassen brechen durch die Öffnungen hervor, erkalten wieder an der Oberfläche und dadurch entsteht das wüste, runzelige, vielfach zerrissene und schlackige Aussehen eines Lavastromes. Die Lavaströme selbst sind von sehr verschiedener Länge; man kennt solche in einer Länge und Breite von vielen Kilometern. Sie erkalten an ihren oberen und an ihren unteren Begrenzungsflächen sehr rasch, während sie in ihrer Mitte noch lange Zeit hindurch hohe Temperaturen bewahren. Man spricht von sauren und von basischen Laven, je nach der Menge der in ihnen enthaltenen Kieselsäure. Eine saure oder trachytische Lava enthält bis zu 66 % Kieselsäure, während eine basische oder basaltische Lava deren nur bis 55 %

enthält. Je saurer eine Lava ist, desto zähflüssiger ist sie und um so schneller wird sie erkalten. Erwähnenswert ist auch der Umstand, daß ein Vulkan trachytische, der andere

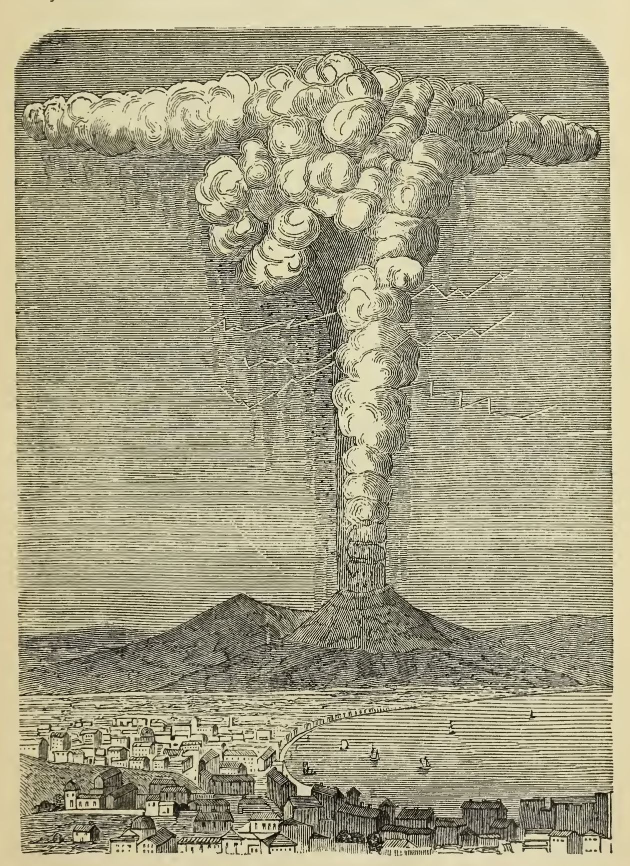


Fig. 19. Ausbruch des Vesuvs im Oktober 1822. Der Bergkranz, welcher links den Hauptkegel des Vesuvs umgiebt, ist die „Somma", der alte Krater des Vulkans.

dagegen basaltische Laven zu Tage fördert. So sind die Laven von Georgios und Aphroessa im Santorin-Vulkane saure, die heutigen Laven des Vesuvs dagegen basische.

Fumarolen-, Solfataren- und Mofettenthätigkeit. Auch im Zustande der Ruhe, d. h. in dem zwischen zwei Eruptionen liegenden Zeitraume hört die Exhalationsthätigkeit der Vulkane nicht auf. Es entweichen Wasserdämpfe, dann findet die sog. Fumarolenthätigkeit statt, oder der Vulkan stößt Schwefelwasserstoff und schweflige Säure in größerer Menge aus, ein Vorgang, den man die Solfatarenthätigkeit nennt, oder es kommen endlich Exhalationen von Kohlensäure vor, die Mofettenthätigkeit. Letztere Erscheinung hält unendlich lange Zeit an, selbst wenn die vulkanische Thätigkeit längst abgeschlossen ist. So entweichen heute noch Kohlensäuredämpfe in der Nähe der einer vergangenen geologischen Epoche angehörigen Vulkane der Eifel.

Die Zeitdauer der Ruhe eines Vulkans ist sehr verschieden; so hat der Vulkan auf der Insel Volcano nur viertelstündige Intervalle zwischen jeder Eruption, während anderseits der Epomeo auf Ischia, soweit unsere Kenntnis davon reicht, seit Menschengedenken nur eine einzige Eruption hatte, und zwar im Jahre 1302. Der Vesuv galt bis zum Jahre 79 nach Christi Geburt für einen erloschenen Vulkan, dann hatte er nach der in eben diesem Jahre stattgefundenen, von Plinius dem Jüngern so meisterhaft geschilderten Eruption fast säkulare, ja sogar mehrhundertjährige Intervalle, die gegenwärtig meist nur noch 3—4jährige sind.

Schlammsprudel. Unter der Bezeichnung Schlammsprudel, Schlammvulkane oder auch Salsen versteht man von Schlamm bedeckte Bodenzerspaltungen, aus denen gewisse Gasarten hervortreten und aus welchen oftmals Schlamm und Steine in größerer Menge herausgeschleudert werden, sodaß auf diesen Bodenzerspaltungen förmliche Kegel entstehen, in deren Mitte sich ein Krater befindet. Man spricht von warmen und von kalten Schlammsprudeln.

Nur erstere hängen mit den echten vulkanischen Erscheinungen zusammen. Sie sind charakterisiert durch hohe Temperatur und durch Ausströmen großer Mengen von Wasserdampf. Die kalten Schlammsprudel haben mit den vulkanischen Erscheinungen nichts zu thun. Sie entstehen durch die Zersetzung organischer Substanzen, die in den Ablagerungen an der Mündung der Flüsse sich finden, wo diese Schlammsprudel vorkommen, so sehr zahlreich im Mississippi-Delta, die sog. Mud-Lumps. Die untenstehende Abbildung (Fig. 20) zeigt solche warme Schlammsprudel in der Nähe von Carthagena in Kolumbien.

Mojaströme oder Schlammeruptionen bei gewissen hohen Vulkanen der Anden oder Islands entstehen dadurch, daß die



Fig. 20. Warme Schlammsprudel bei Carthagena in Kolumbien.

auf diesen Bergen lagernden großen Schneemassen durch die Eruption des Vulkans geschmolzen werden und sich mit der

austretenden Lava und hauptsächlich mit den herausgeschleuderten Aschen vereinigen, mit großer Schnelligkeit die Abhänge des Berges herunterstürzen und sich durch Aufnahme des auf denselben lagernden lockern Materials immer mehr vergrößern. Ein Beispiel hierfür ist der Ausbruch des Kotopaxi in Ecuador am 26. Juni 1877, den uns Dr. Wolf so meisterhaft geschildert hat.

Die geographische Verteilung der Vulkane.

Man kennt kein allgemeines Gesetz der Verteilung der Vulkane auf unserer Erde. Dieselben sind vielmehr ganz unregelmäßig verteilt in beiden Hemisphären, sowohl in den Äquatorialgegenden als auch in den gemäßigten Zonen und in der Nähe der Pole. Die thätigen Vulkane finden sich häufiger in der Nähe des Meeres, an den Küsten oder auf den Inseln im Meere, als weit vom Meere entfernt im Innern der großen Kontinente. Sie kommen meist zu mehreren in Reihen oder Gruppen vor. Solche Vulkanreihen haben oftmals eine ganz beträchtliche Ausdehnung und stehen mit den sogenannten Bruchlinien der Kontinente (siehe die Ursachen des Vulkanismus) in innigem Konnexe.

Die Anzahl der thätigen Vulkane ist eine sehr große. Sie beläuft sich auf viele hunderte. Man kennt wohl auch noch nicht die sämtlichen noch thätigen Vulkane unserer Erde, zu welchen sich immer noch neu entstandene hinzugesellen, so der Vulkan von Leon in Nicaragua, der am 14. November 1867 entstand. Auch unterseeische Eruptionen, die die Bildung neuer Inseln veranlassen, sind nicht selten. Man denke nur an die schon erwähnten Inseln Georgios und Aphroessa bei Santorin, an die im Jahre 1831 plötzlich entstandene und bald wieder verschwundene Insel Ferdinandea im Mittelmeer 2c.

Heiße Quellen oder Thermen

nennt man solche, deren Temperatur höher ist, als diejenige der mittlern Jahrestemperatur des Ortes, an welchem sie

zu Tage kommen; dieselben sind demnach den Temperaturveränderungen der oberen Bodenschichten und der Atmosphäre nicht unterworfen. Gewöhnlich werden aber als heiße Quellen im wahren Sinne des Wortes nur diejenigen mit derartig hoher Temperatur bezeichnet, die unser Gefühl deutlich als solche wahrnehmen kann, also Quellen von etwa 25 ° C. über 0 an.

Temperaturverschiedenheiten der heißen Quellen.

Die Temperaturverhältnisse der heißen Quellen sind durchweg sehr verschiedene, es hat z. B. diejenige von Warmbrunn 32 °, diejenige von Trincheras in Venezuela dagegen 97 ° C.

Vorkommen der heißen Quellen.

Die heißen Quellen finden sich in den verschiedensten Gegenden unserer Erde, zumteil in vulkanischen, zumteil in nicht vulkanischen Gebieten, häufig aber auch in solchen, in denen vormals vulkanische Thätigkeit stattgehabt hat.

Die heißen Quellen weisen auf eine erhöhte Temperatur des Erdinnern hin, und da solche Quellen überall auf der Erdoberfläche zu Tage treten, so muß sich diese Temperatur überall vorfinden. Man kennt sogar Erscheinungen, welche ein direktes Bindeglied zwischen den Solfataren und den heißen Quellen darstellen, so die Suffioni im alten Großherzogtum Toscana, wo neben Ausströmungen von Wasserdampf auch noch solche von heißem Wasser, Borsäure, Schwefelwasserstoff ꝛc. beobachtet werden.

Entstehung und Einteilung der heißen Quellen.

Dieselben entstehen dadurch, daß Wasser aus größerer Tiefe, woselbst es erhitzt wird, durch Spalten hervordringt, sei es in Folge von Dampfdruck oder von hydrostatischem Druck. Die Gesteine, durch welche das Wasser aus der Tiefe zur Erdoberfläche emporgedrängt wird, werden je nach deren Zusammensetzung aus mehr oder weniger löslichen

Stoffen und je nach der Temperatur des dieselben durchströmenden Wassers von diesem angegriffen. Daher kommt es, daß der Gehalt der Thermen an mineralischen Stoffen ein sehr verschiedener ist und man dieselben nach diesem Gehalte eingeteilt hat in

1) Thermen mit geringem Gehalt an festen Substanzen.

2) Thermen mit Gehalt an Schwefelverbindungen, wie z. B. Schwefelwasserstoff, Schwefelnatrium, Schwefelkalium ꝛc. Beispiele hierfür sind die Thermen von Aachen und Warmbrunn. Man nennt dergleichen Thermen auch Schwefelthermen.

3) Thermen mit großem Gehalt an Kalkkarbonat (Karlsbad).

4) Thermen mit großem Gehalt an Kieselsäure (Geysire).

5) Thermen mit großem Gehalt an schwefelsaurem Natron und anderen Alkalien (Teplitz).

Auch die Wassermenge dieser Thermen ist eine sehr verschiedene. Einzelne fließen nur spärlich, andere sind sehr wasserreich. Die meisten Thermalquellen fließen beständig, andere aber nicht, sondern ihre Wasserausströmungen erfolgen nur in ganz bestimmten Zeiträumen. Man nennt dergleichen Thermen intermittierende Thermen.

Geysire nennt man intermittierende Thermen, bei welchen das heiße Wasser in brunnenartigen Vertiefungen sich ansammelt, die an ihrem oberen Ende kesselartig erweitert sind und von einem Ringwall aus Sinter umgeben werden. Durch die Spannung der Wasserdämpfe wird dann plötzlich eine große Menge heißen Wassers emporgeschleudert und fällt dann wieder in das Becken zurück.

Solche Eruptionen erfolgen in sehr verschiedenen Zeiträumen, entweder stündlich, oder täglich, oft auch sind die Zwischenperioden noch größer. Die Höhe, bis zu welcher das Wasser emporgeschleudert wird, erreicht 70 Meter, die Temperatur des Wassers an der Oberfläche beträgt 85 bis

90° C. Die Eruption der Geysire läßt sich nach Bunsen*) auf folgende Weise erklären: Das Wasser am Boden des Zuflußbrunnens, der sogenannten Geysirröhre, wird nach und nach über seinen Siedepunkt erwärmt, welcher Umstand durch den hohen Druck, der von der darauf lastenden Wassersäule ausgeübt wird, bewirkt wird. Da der Kanal nach oben erweitert ist, so werden die Spannkräfte der in dem untern Teile desselben entwickelten Dämpfe die Wassersäule von einer bestimmten Stelle an hoch treiben. Das schon über den Siedepunkt erhitzte Wasser wird sofort in Dampf umgewandelt werden, es erfolgt eine Eruption, wobei auch das obenstehende kältere Wasser mit emporgeschleudert wird. Die Geysire setzen Kiesel- oder Kalksinter, auch Eisenoxyd ab, wodurch eine Art von Ringwall um den Geysir herum gebildet wird. Die Geysire sind hauptsächlich an drei Stellen unserer Erde bekannt, auf Island, auf der nördlichen Insel Neuseelands und im Yellowstone in Nordamerika. Auf ersterem Gebiete kennt man etwa 200, auf dem zweiten an 500, und an 1000 Quellen, darunter die großartigsten der Erde auf dem dritten.

Säkulare und instantane Hebungen und Senkungen der Erdoberfläche.

Ganze Länderstriche oder einzelne Gegenden erfahren hie und da Hebungen und Senkungen. Erfolgen solche Hebungen und Senkungen augenblicklich, so spricht man von instantanen Hebungen und Senkungen, sind sie dagegen das Produkt einer langandauernden Thätigkeit, so redet man von säkularen Hebungen und Senkungen. Diese Erscheinungen gehören mit zu den durch die vulkanische Thätigkeit hervorgebrachten Wirkungen.

*) Eine sehr hübsche neue Erklärung des Geysir-Phänomens hat Dr. Johannes Petersen in Hamburg im Neuen Jahrbuch für Mineralogie ꝛc. veröffentlicht.

Die instantanen Hebungen und Senkungen, die vielleicht gar nicht im großen vorkommen, stehen meist in innigem Konnexe mit vulkanischen Ausbrüchen oder mit Erdbeben. Solche Erscheinungen fanden z. B. statt bei den Ausbrüchen auf Lanzarote, auf Santorin ꝛc.

Säkulare Hebungen und Senkungen. Diese Hebungen und Senkungen sollen nach vielen Gelehrten bewiesen sein durch die auf höheren Stellen des Landes befindlichen Meeresablagerungen, durch die Strandlinien und Terrassen ꝛc. Unter Strandlinien und Terrassen versteht man folgendes: Wenn das Meer längere Zeit an Felsen brandet, so wäscht es auf denselben horizontale Furchen aus. Diese Erscheinungen, die heutzutage oftmals an gehobenen Orten des Landes zu beobachten sind, finden sich meist nicht parallel dem Meeresspiegel, sondern bisweilen ganz ungleichmäßiger Weise, woraus man dann auf ungleichmäßige Hebung geschlossen hat. Solche Strandlinien mit Geröllen kann man in Chile bis zu einer Höhe von 450 Meter, in Norwegen, in Neuseeland und noch an vielen anderen Punkten unserer Erde beobachten. Ein und dasselbe Land zeigt vielmals an verschiedenen Stellen Hebungs- und Senkungserscheinungen. So soll sich der Norden Skandinaviens heben, während im südlichen Schonen Senkungsphänomene beobachtet werden.

Die Bildung der Gebirge.

Der Grund und die Ursachen der Gebirgsbildung sind in der Abkühlung des Erdinnern zu suchen, und in dem Bestreben der festen Erdrinde, sich dem infolge seiner Abkühlung sich verkleinernden und sich zusammenziehenden Erdkern anzupassen. Die Erdrinde wird zu groß für den Erdkern, und in ihrem Bestreben, sich diesem anzuschmiegen, wird sie sich, dem Gesetze der Schwerkraft folgend, an einzelnen Stellen zusammenfalten und

zusammenrunzeln, wie etwa die Haut eines austrocknenden Apfels für denselben allmählich zu groß und dem schwindenden Fleische nachzusinken bestrebt ist, und infolgedessen sich runzelt. Die vertikal wirkende Schwerkraft äußert sich demnach in einem solchen horizontalen Zusammenschube, welcher zur Herausbildung eines Faltengebirges Veranlassung giebt. Nicht immer aber findet eine derartige Faltung der Erdrinde statt. Bei dem Zusammenschube der Erdkruste entstehen Spannungen, welche die Ursache der Entstehung von Rissen und Spalten sind, die die Erdfeste nach den verschiedensten Richtungen hin durchsetzen und dieselbe in größere und kleinere Schollen zerlegen, so daß es nicht zur eigentlichen Faltung kommen kann. Wenn nun die eine Scholle gegenüber ihren benachbarten ihr Niveau verändert, also z. B. hinabsinkt, so entsteht ein Bruch. Diejenigen Schollen, die das ursprüngliche Niveau beibehalten haben, ragen nun über die abgesunkene Scholle empor und längs der Bruchlinie entsteht dann ein Bruchgebirge. Neben Falten- und Bruchgebirgen haben wir dann noch die vulkanischen Gebirge (Vulkane oder Vulkangruppen) zu unterscheiden, die wir ja schon bezüglich ihrer Entstehung im vorhergehenden betrachtet haben.

Die Bruchgebirge können entweder nur an der einen Seite der im Niveau gebliebenen Scholle zum Ausdruck kommen, und zwar als einseitiges Bruchgebirge, oder auch beiderseitig an derselben, indem auch auf der anderen Seite der stehengebliebenen Scholle ein Bruch erfolgt. Im letzteren Falle nennt man die im ursprünglichen Niveau befindliche Scholle einen Horst und das Gebirge ein Horstgebirge. Sinkt zwischen zwei Horsten wiederum eine Scholle in die Tiefe, so entsteht eine Grabenversenkung. Ein schönes Beispiel hierfür ist das obere Rheinthal; hier stellen Schwarzwald und Vogesen die Horste dar und das Rheinthal die Grabenversenkung. Auf der westlichen Abdachung der Vogesen und auf der östlichen des Schwarz-

waldes verlaufen eine Reihe treppenförmig angeordneter Brüche, sogenannte Staffelbrüche.

Die Faltengebirge teilen wir wiederum ein in

a) Massive und in

b) Kettengebirge,

eine jedoch nicht streng durchführbare Unterscheidung, da schließlich alle Faltengebirge Kettengebirge sind und bei den ersteren, die meist viel älter sind, als die Kettengebirge, der Charakter der Kettengebirge infolge der Denudation im Laufe der Zeiten verwischt worden ist. Als Beispiel für ein typisches Kettengebirge sei hier das Juragebirge angeführt. Dasselbe ist etwa 320 Kilometer lang und besteht aus einer Reihe von etwa 10—12 Ketten, die parallel nebeneinander herlaufen und die aus einer größern Anzahl Falten, etwa 160, zusammengesetzt sind. Das nebenstehende Profil durch den westlichen Jura (Fig. 21) wird das besser als Worte erläutern. Die Alpen (Fig. 22) stellen ein komplizierter gebautes Kettengebirge dar, bei dessen Bildung die faltende Kraft intensiver gewirkt haben muß, als wie z. B. bei der Bildung des Juragebirges, was aus dem Umstande hervorgeht, daß die Faltenbildung im Alpengebirge eine viel größere ist und auch zugleich viel tiefer liegende Schichten, die sogen. krystallinen Schiefer, mit in Betracht gezogen worden sind, was im Juragebirge nicht der Fall ist.

Der Bau der Faltengebirge ist nicht immer ein regelmäßiger, wir finden meist, daß derselbe insofern ein einseitiger ist, als die Falten nach der Seite hin, von welcher die stauende Kraft kam, stets höher und steiler zu sein pflegen und sich nach der andern Seite hin allmählich verflachen, wobei sehr oft Sprünge und Verwerfungen im Gebirge, und zwar meist senkrecht zu der Streichrichtung der Falten, entstehen. Doch auch Verwerfungen parallel der Streichrichtung des Gebirges sind nicht selten. Bezüglich der Erläuterung der technischen Ausdrücke muß hier auf den Abschnitt über die Lagerungsformen der Gesteine

verwiesen werden. Die umstehende Abbildung (Fig. 23), ein Profil durch das Alleghanigebirge in Nordamerika, veranschaulicht das eben Gesagte. So hat hier wohl die stauende Kraft ostwestlich gewirkt, bei den Alpen und dem Jura dagegen südnördlich; wie aus dem Umstande hervorgeht, daß der Steilabfall des erstern Gebirgs nach Osten, derjenige der beiden letzteren aber nach Süden zu liegt. Es kommt sehr häufig vor, daß, wenn solche Falten bei ihrer Bildung auf ältere, Widerstand leistende Gebirgsmassen treffen, sie an denselben gestaut werden und zum Ausweichen genötigt sind, wie z. B. die eine nordöstliche Streichungsrichtung besitzenden Falten des Juragebirges sich an den Horsten des Schwarzwaldes und der Vogesen gestaut haben,

Balserine — St. Claude

Fig. 21. Faltengebirge. Profil durch den westlichen Jura. Nach Choffat und Heim.
a Trias; b Jura; c Kreide.

Finsteraarhorn — Schächenthal Windgälle — Walensee

Fig. 22. Faltengebirge. Profil durch den Nordabfall der Zentralalpen. Nach Heim.
a Gneis, krystallinische Schiefer ꝛc.; b Jura; c Kreide; d Eocän.

denselben haben ausweichen müssen, von ihrer ursprünglichen Richtung abgelenkt worden sind und eine westöstliche Richtung annahmen.

Bei diesem horizontalen und eben geschilderten Zusammenschube, welcher die Bildung von Gebirgen zur Folge hat, werden selbstverständlich, wie schon oben angedeutet wurde,

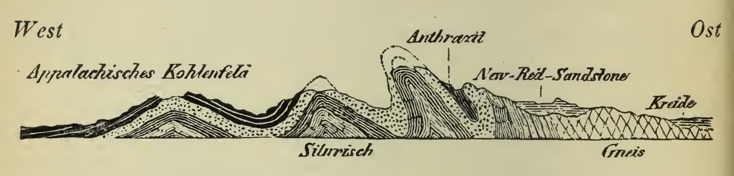


Fig. 23. Idealer Querschnitt des Alleghanigebirges.

an den Stellen der größten Spannung Spalten und Klüfte entstehen, mit welchen allerlei vulkanische und andere Erscheinungen in Verbindung stehen können, so z. B. Erdbeben, Austritt vulkanischer Gesteinsmassen, Bildung von Erzgängen 2c. Es liegt auf der Hand, daß die eigentliche Gestaltung der Gebirge, so wie sie uns heutzutage vorliegt, nicht allein der gebirgsbildenden Kraft, sondern auch der erodierenden Thätigkeit des Wassers (siehe den Abschnitt über die mechanische Thätigkeit des Wassers) zuzuschreiben ist.

Unter Massivs verstehen wir ältere Faltengebirge, bei welchen die Denudation und Verwitterung schon so weit fortgeschritten ist, daß die älteren Teile des Gebirges und die diese durchsetzenden Eruptivgesteine bloßgelegt worden sind. Die über der Erdoberfläche befindlichen Teile der Falten sind wegrasiert worden, teils durch die Verwitterung und die Denudation, teils durch die Brandungswogen, während der Niveauveränderungen, welchen diese Faltenteile ausgesetzt waren. Dadurch wurden oft förmliche Plateauflächen geschaffen, wie z. B. die böhmische Hochebene und das rheinische Schiefergebirge, dessen einer Teil

hier im Profil gesehen abgebildet ist (Fig. 24). Man sieht die unter der Erdoberfläche noch vorhandenen Falten, während der obere, über derselben befindliche Teil des Faltengebirges abrasiert worden ist und ein ursprüngliches Faltengebirge kaum mehr erkennen läßt.

Fig. 24. Profil durch die Eifel.
b Unterdevonische Grauwacke; c Schiefer und Sandstein; d Eifeler Kalk; m Bunter Sandstein.

Die *Möglichkeit der Faltung von Gesteinsschichten* hat Heim dadurch zu erklären versucht, daß Gesteine unter hohem Drucke, der ja bei solchem horizontalen Zusammenschube selbstverständlich vorhanden sein muß, gewissermaßen wieder plastisch werden, eine Eigenschaft, die den Gesteinen so lange innewohnt, als ein allseitig gleichmäßiger Druck auf ihre Teilchen wirkt. Nach den Meinungen anderer Forscher ist die Annahme einer solchen *latenten Plastizität* der Gesteine durchaus nicht nötig, um die Möglichkeit der Faltenbildung bei dem so spröden Gesteinsmaterial zu erklären. Es genügt nach denselben, dabei eine *Umformung der Gesteine durch Bruch* anzunehmen, eine fortgesetzte innere Zertrümmerung der Gesteine, eine gegenseitige Verschiebung ihrer kleinsten Teile und eine Wiederverkittung derselben. Auch der sogenannte *Regionalmetamorphismus* (siehe Abschnitt über die Entstehung der Gesteine) ist wohl eine durch die gebirgsbildende Kraft hervorgebrachte Erscheinung, wie zumteil durch Experimente nachgewiesen worden ist.

Die Entstehung der Kontinente, d. h. die Gestaltung der Massen des Festlandes fällt vor die Zeit, in welcher

die Gebirge entstanden sind. Durch die Tendenz der festen Erdrinde, sich ihrem Kerne anzuschmiegen, sank dieselbe stellenweise ein, und in den dadurch entstandenen Vertiefungen sammelte sich das Wasser an; es entstanden die Meeresbecken. Zwischen diesen sinkenden Stücken der Erdkruste wurden andere in die Höhe gepreßt, die Kontinente, welche im Durchschnitte flache Gewölbe darstellen. Die Kontinente zeigen nun ebenfalls die Neigung nachzusinken, erleiden daher eine starke Pressung und werden an ihren schwächsten Punkten, und diese sind eben die durch die Brüche schon geschwächten Ränder, am ersten nachgeben, daher an denselben eine Stauung erleiden, welche zur Bildung von Faltengebirgen führt. Daher kommt es, daß solche Faltengebirge meist längs der Kontinentalränder verlaufen, daß auch die meisten Vulkane in der Nachbarschaft der Meere und an den Rändern der Kontinente sich finden; auf den infolge der Bruchlinien entstandenen Spalten konnten solche sich bilden. Auch die Erdbeben treten an den Kontinentalrändern häufiger auf, als an anderen Orten.

Erdbeben

sind mehr oder minder heftige Erschütterungen des Erdbodens, deren Ursache in der Tiefe, unterhalb der Erdoberfläche, sich befindet. Die Erschütterungen sind mehr oder minder stark, oftmals von großen Verwüstungen begleitet.

Verschiedene Arten der Erschütterungen.

Man unterscheidet dreierlei Arten von Bewegung bei den Erdbeben:

1) die stoßförmigen Bewegungen, Stöße von unten nach oben, oftmals von starken Zerstörungen begleitet, auch succussorische Bewegung genannt;

2) die wellenförmige oder undulatorische Bewegung, Auf- und Abgehen des Bodens;

3) die wirbelförmige oder rotatorische Bewegung, eine kreis- oder wirbelförmige Bewegung des Erdbodens. Diese dritte Art von Bewegung wird nur selten beobachtet und geht wohl nur aus dem Zusammentreffen mehrerer stark wellenförmiger Bewegungen hervor.

Die Wirkungen der Erdbeben sind manchmal ganz entsetzliche. Während die meisten Erdbeben kaum von verderblichen Wirkungen begleitet sind, giebt es solche, die ganze Landstriche zugrundegerichtet, ganze Städte zerstört und tausende von Menschen getötet haben, wie z. B. das Erdbeben von Lissabon 1755, mehrere Erdbeben an der Westküste Südamerikas 2c.

Die direkte Wirkung der Erdbeben äußert sich in der Entstehung von Spalten, in einem wiederholten Öffnen und Schließen derselben, in dem plötzlichen Auftreten von tiefen, kreisrunden Löchern, in der Hebung und Senkung beschränkter Gebiete oder ganzer Länderstriche, in der Erregung starker Wasserwellen 2c. Letztere entstehen durch gleichzeitige Erschütterung des Meeresgrundes. Die Erdbeben werden oftmals von verschiedenen Nebenumständen begleitet: Donner, Schlammausbrüche, Wasserergüsse, Dampfströme, Versiegen oder Stärkerfließen von Quellen 2c.

Die Dauer der einzelnen Bewegungen bei einem Erdbeben ist nur eine sehr kurze, doch ist die Zahl der Wiederholungen derselben oftmals eine außerordentlich große. In manchen Fällen finden im Laufe von wenigen Minuten nur einige kurze aber oftmals desto verderbenbringendere Stöße statt, während in anderen Fällen wiederum das Erdbeben Wochen und Monate lang anhalten kann.

Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erdbebenwellen hängt ab von der Stärke des Stoßes und von der Beschaffenheit des Erdbodens, und zwar von der Gesteinsbeschaffenheit und von der Beschaffenheit des Niveaus. Die Geschwindigkeit im nassen Sande ist z. B. eine geringere, als im Granit. Oftmals sind Gebirge ein Hindernis für die Fortpflanzung eines Erd-

bebens, während ein solches z. B. dagegen Flüsse und Meeresteile durchschreitet. Die durchschnittliche Geschwindigkeit der Erdbebenwelle beträgt 4—5 geographische Meilen in der Minute, im Meere 30—40 Seemeilen (60 auf einen Grad).

Die Tiefe, in welcher die das Erdbeben veranlassende Bewegung stattfindet, läßt sich aus der Zeit, in welcher diese Bewegung an einzelnen, verschieden gelegenen Orten wahrgenommen wird, und aus der Stoßrichtung in der Nähe des Zentralpunktes bestimmen. Sie beträgt etwa 2—4 Meilen.

Die Stärke der Zerstörung wird selbstverständlich auch von der Beschaffenheit des Untergrundes und von der Richtung, in welcher der Stoß trifft, abhängen. Am heftigsten ist die Zerstörung da, wo lockerer Boden auf festem Untergrunde aufliegt, am schwächsten da, wo die Erdoberfläche von dicken Schichten solchen lockern Bodens bedeckt wird (norddeutsches Diluvium), oder wo dieselbe aus sehr festen krystallinen Gesteinen besteht (Norwegen).

Lineare und zirkulare Erdbeben. Man spricht von linearen Erdbeben, d. h. von solchen, die sich großen Gebirgszügen entlang fortpflanzen, und von zirkularen Erdbeben, d. h. solchen, die sich nach allen Seiten hin fortpflanzen, von transversalen Erdbeben, welche mit verschiedener Stärke einzelne Gebirge durchqueren. Für die erstere Kategorie mögen die Erdbeben in Chile und Peru, die sich meist längs der Kordilleren fortbewegen, als Beispiele gelten, für die zweite Art das Erdbeben von Lissabon, für die dritte Art endlich dasjenige von Belluno. Man unterscheidet auch lokale und allgemeine Erdbeben. Erstere sind auf eine begrenzte Örtlichkeit beschränkt, letztere haben eine größere Erstreckung.

Seebeben sind Erschütterungen stoßartiger Natur auf offener See, wohl die Folge ähnlicher Bewegungen des Meeresgrundes, wie diejenigen, welche auf den Kontinenten die Erdbeben verursachen.

Erklärung der Ursache der Erdbeben.

Sehr viele Erdbeben stehen in engem Zusammenhange mit vulkanischen Ausbrüchen; als die Entstehungsursache mancher Erdbeben mag auch das Einstürzen größerer Hohlräume im Erdinnern ohne Zweifel anzusehen sein. Man hat die Erklärung für die Entstehung der Erdbeben ferner in außerirdischen Ursachen gesucht und angenommen, das feurig-flüssige Erdinnere sei, ähnlich wie das Meereswasser, einer durch die Anziehung des Mondes bewirkten Ebbe und Flut unterworfen. Bei dieser Erklärungsweise hat man sich auf die Verteilung der Erdbeben der Zeit nach gestützt.

Die Ursachen des Vulkanismus.

Das allmähliche Wachsen der Temperatur, je mehr wir in die Tiefen der Erde hinabsteigen, die Beweglichkeit der einzelnen Teile der festen Erdkruste, welche sich in den Erdbeben, in den instantanen und in den säkularen Hebungen und Senkungen der Erdoberfläche kund giebt, alle diese Erscheinungen beweisen uns auf das Beste, daß in noch unbekannten Tiefen unserer Erde die feste Erdkruste in einen immer mehr glutflüssigen Zustand übergeht. Die erst von Cartesius aufgestellte und nach ihm von Kant-Laplace weiter ausgebaute und begründete Hypothese von der Entstehung unseres Planetensystems lehrt uns, daß unsere Erde ein erloschenes Gestirn ist und nach und nach immer mehr erkaltet (siehe S. 10). Aus obigen Ursachen wurde die Entstehung der Gebirge abgeleitet (S. 54) und wir wissen, daß die Ozeane als die Folge einer Depression der Erdrinde, bewirkt durch das Einsinken einzelner Schollen der festen Erdkruste nach dem Erdinnern zu, in welcher sich das Wasser angesammelt hat, aufzufassen sind; daß die Kontinente hingegen die zwischen diesen eingesunkenen emporgepreßten Teile darstellen; daß infolge ebenfalls schon erwähnter Umstände eine Faltung dieser Kontinente stattfand, und daß diese Faltung an den nachgiebigsten und schwächsten Punkten

derselben, also an den Kontinentalrändern, mit größter Gewalt vor sich gegangen ist. An diesen Stellen werden sich infolge der Sprödigkeit des Gesteinsmaterials am leichtesten Sprünge und Brüche bilden können, und auf diesen und durch diese Spalten, Sprünge und Brüche wird das Gesteinsmagma zu Tage treten, Vulkane werden entstehen und alle die eben geschilderten, mit dem Vulkanismus in inniger Verbindung stehenden Erscheinungen werden daselbst am besten vor sich gehen können. Aus diesem Grunde treten dieselben auch an den Rändern der Kontinente am häufigsten auf, ja gewisse derselben sind geradezu auf diese beschränkt. Das hier folgende Bild (Fig. 25) stellt

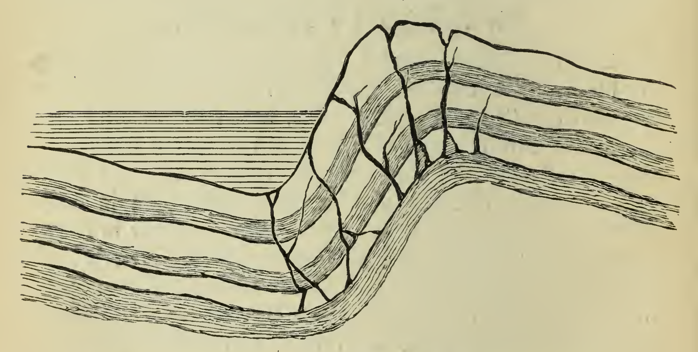


Fig. 25. Idealer Durchschnitt durch einen Teil der festen Erdkruste.

einen idealen Durchschnitt durch einen Teil der festen Erdkruste dar und soll zur Erläuterung des eben Gesagten dienen. Es ist dem hübschen Werkchen Vélains über die Vulkane entnommen.

Vierter Abschnitt.

Die geologischen Wirkungen des Wassers und des Eises.

Die geologischen Wirkungen des Wassers.

Die wichtigsten geologischen Wirkungen des Wassers bestehen in der chemischen oder in der mechanischen Zerstörung von Gesteinen und der Wiederablagerung des losgelösten Materials an anderer Stelle und in anderer Form. Diese Zerstörungen und Wiederablagerungen erfolgen unausgesetzt an sehr vielen Stellen der Erde, teils durch chemische, teils durch mechanische Thätigkeit des Wassers, das besonders, wenn es mit Kohlensäure geschwängert ist, in hohem Grade die Fähigkeit besitzt, viele Substanzen aufzulösen, und das sich bekanntlich in stetigem Kreislauf auf Erden befindet.

Die durch das Wasser löslichen Substanzen sind — in sehr kleinen Mengen zwar nur — die meisten bekannten, in stärkerem Grade vorzugsweise die verschiedenen Salze, wie Chlornatrium (Kochsalz), schwefelsaurer Kalk (Gips), Alaun, kohlensaures Kali oder Natrium, kohlensaurer Kalk ꝛc.

Der unausgesetzte Kreislauf des Wassers geschieht folgendermaßen: die atmosphärischen Niederschläge dringen zumteil in den Boden ein und speisen Quellen, zumteil laufen sie an der Oberfläche ab; das Wasser der Quellen vereinigt sich mit dem oberflächlich abgelaufenen zu Flüssen, diese strömen in Landseeen und in das Meer hinein; von hier verdunstet das Wasser wieder, bildet Wolken und gelangt in der Form atmosphärischer Niederschläge zumteil auf die Landoberfläche zurück.

Entstehung der Quellen.

Die Quellen entstehen dadurch, daß das Wasser der atmosphärischen Niederschläge, Regen ꝛc., so tief in den Erdboden eindringt, als es die lokalen Umstände erlauben, und dann gesammelt an einzelnen Stellen in Form von Quellen wieder ausfließt.

Die geologischen Wirkungen der Quellen

bestehen darin, daß das Wasser auf seinem unterirdischen Wege gewisse Bestandteile der Gesteine in kleinen Mengen, aber unausgesetzt, zumteil unter Vermittelung von Kohlensäure, auflöst und dieselben in den Quellen zu Tage führt. Hier lagern diese Materialien sich entweder sogleich wieder ab, oder dieselben werden durch die Flüsse den Landseen und den Meeren zugeführt. An den Quellen werden dieselben zumteil schon wieder abgesetzt, weil die Kohlensäure, welche die Auflösung vermittelte, wieder entweicht, auch wegen der Verdunstung und Abkühlung des vorher im Erdinnern etwas erwärmten Wassers. Diese Quellenablagerungen bestehen aus Bildungen von Kalktuff, von Eisenoxydhydrat, Kieseltuff ꝛc.; sie nehmen aber meistens keinen großen Flächenraum ein.

Die geologischen Wirkungen der Bäche und Flüsse.

Die Wasserläufe reißen da, wo ihr Gefälle sehr stark ist, besonders bei ungewöhnlichen Anschwellungen, durch mechanische Kraft Teile ihrer Ufer und Betten mit sich fort, runden die festeren Teile zu Geschieben ab, zermalmen die lockeren zu Sand und Schlamm, und lagern alles das an Orten, woselbst ihr Gefälle geringer ist, in Landseen oder in Meeren, besonders aber vor ihrer Einmündung, wieder ab.

Die Hauptresultate ihrer Thätigkeit sind demnach folgende: Austiefung der Flußbetten oder Thäler in Gebirgsgegenden, Erhöhung derselben in Niederungen, Ausfüllung von Landseen, Delta=

bildungen vor den Flußmündungen und Ablagerungen auf dem Meeresboden.

Die Materialien dieser Bildungen bestehen aus Geschieben, aus denen Konglomerate werden können; aus Sandablagerungen, die zu Sandsteinen werden können; aus Ablagerungen von Thon, Mergel oder auch Kalkschlamm, aus denen feste Schichten von Thon, Schieferthon, Thonschiefer, Mergel, Mergelschiefer und Kalkstein werden können. Außerdem werden auch Pflanzen- und Tierreste vom Wasser fort- und angeschwemmt, aus denen unter gewissen Umständen Kohlenlager ꝛc. gebildet werden können.

Die Mächtigkeit dieser Bildungen ist eine viel größere, als diejenige der durch die Quellen hervorgebrachten, und sie bilden zumteil sehr ausgedehnte Ablagerungen. So kennt man Deltabildungen, welche in historischer Zeit sich um hunderte von Quadratmeilen auf Kosten des Meeres vergrößert haben, und wiederum sind zahlreiche Stellen auf dem Lande bekannt, woselbst früher Landseen vorhanden waren, die nach und nach ganz ausgetrocknet worden sind.

Die geologischen Wirkungen des Meeres.

Die geologischen Wirkungen des Meeres bestehen hauptsächlich in der Wiederablagerung aller derjenigen Substanzen, welche die Flüsse im aufgelösten Zustande oder durch mechanische Kraft in dasselbe einführen. Aber auch Zerstörungen bringt das Meer hervor, denn es nagt überall an seinen Ufern und reißt, je nach der Natur derselben, mehr oder weniger feste Teile davon los, die nachher irgendwo, wie die durch die Flüsse angeschwemmten Materialien, wieder zur Ablagerung gelangen. Solche Ablagerungen des Meeres sind nur da, wo sie an Küsten erfolgen, deutlich zu beobachten; es finden aber notwendigerweise und, wie die neuesten Untersuchungen des Meeresbodens der Tiefsee ergeben haben, auch entfernt von den Küsten solche Ablagerungen statt. Dieselben werden befördert

durch Unterbrechung der Bewegung, durch Verdunstung, durch die Lebensthätigkeit vieler Meerestiere, sowie vielleicht auch noch durch unbekannte chemische Vorgänge.

Bestandteile der Meeresablagerungen.

Die mechanischen Bestandteile, welche das Meer absetzt, sind dieselben, wie diejenigen der Flüsse; dazu kommen aber noch die chemischen Niederschläge von Salzen, die durch Tiere vermittelten Kalkablagerungen, die lokalen Anhäufungen von Meeres- oder eingeschwemmten Landpflanzen. Alle Substanzen, welche durch die Flüsse in das Meer eingeführt werden, gelangen in demselben auch wieder zur Ablagerung.

Die geologischen Wirkungen der atmosphärischen Niederschläge.

Dieselben wirken, wenn auch meist nur in sehr geringem Grade, dafür aber überall und zu allen Zeiten, chemisch auflösend und mechanisch abschwemmend auf die Landoberfläche ein.

Das Hauptresultat aller geologischen Wirkungen des Wassers ist demnach ein fortwährender Nivellierungsprozeß. Es werden dadurch von den hervorragenden Regionen der festen Erdkruste Teile abgeschwemmt und in den Vertiefungen abgelagert.

Die geologischen Wirkungen des Eises.

Dieselben werden bewirkt durch das Treibeis und durch die Gletscher.

Die Gletscher.

Unter Gletschern versteht man Eismassen, die sich durch Druck und Temperatureinwirkungen aus dem Schnee bilden, welcher bekanntlich in hohen Gebirgen und den Polargegenden auch während des Sommers nicht schmilzt, und die dann

wie Eisströme oft bis weit unter die Schneegrenze in die Thäler der Gebirge hinabreichen.

Die geologische Wirkung der Gletscher

besteht nun darin, daß sie, sich nach bestimmten Gesetzen, die noch nicht genau eruiert sind, bewegend, thalabwärts fließen, wenn auch nur sehr langsam, und daß sie dabei alle von den Thalgehängen darauf gefallenen Stein- und Schuttmassen beständig mit thalabwärts tragen. Dabei runden sie und schleifen sie den Felsboden der Thäler, in denen sie sich herabbewegen, ab, sodaß dessen Oberfläche nachher wie poliert und gekritzt oder geschrammt erscheint.

Die Moränen.

Moränen nennt man die eben erwähnten Stein- und Schuttmassen, welche der Gletscher mit sich thalabwärts bewegt. Man spricht von Oberflächenmoränen und von Grundmoränen.

Die Oberflächenmoränen teilt man je nach ihrer Lage ein in Seitenmoränen und Mittelmoränen. Fast jeder Gletscher weist Seitenmoränen, nicht aber alle weisen Mittelmoränen auf. Während nämlich die Seitenmoränen direkt durch das Herunterfallen von Gesteinsmassen von den Thalgehängen des Gletschers auf denselben entstehen, ist dies bei den Mittelmoränen nicht der Fall; dieselben werden nur dann gebildet, wenn zwei Gletscher sich vereinigen und zusammenfließen, und dann die linke Seitenmoräne des einen sich mit der rechten Seitenmoräne des andern vereinigt, woraus dann eine Mittelmoräne auf dem neuen Gletscher entsteht. Sehr viele Gletscher haben deren 2, 3, ja noch mehr, und es läßt sich demnach aus der Anzahl von Mittelmoränen erkennen, aus wie viel kleineren Gletschern, oder auch Gletschern zweiter Ordnung, auch einfache Gletscher genannt, ein solcher größerer Gletscher oder Gletscher erster Ordnung, auch

zusammengesetzter Gletscher, besteht. Da der Gletscher durch seine thalabwärts gerichtete Bewegung notwendigerweise eine Stelle erreichen muß, wo er abschmilzt, das Gletscherende, so deponiert er an dieser Stelle das Moränenmaterial, das nur zumteil durch die Schmelzwasser der Gletscher weiter fortgeführt wird, und so entstehen denn meist am Gletscherende förmliche Schuttwälle, die gewissermaßen das untere Ende des Gletschers umsäumen und die man Endmoränen genannt hat. Solche Endmoränen finden wir oftmals heutzutage da noch vor, wo längst keine Gletscher mehr existieren, und es wird uns dadurch bewiesen, daß die Gletscher zumteil früher eine größere Ausdehnung gehabt haben, als in der heutigen Zeit.

Die Grundmoränen. Das Gletschereis stellt durchaus keine ebene Fläche dar; es ist im Gegenteil der Gletscher seiner ganzen Länge und Breite nach von einem System von größeren oder kleineren Spalten durchzogen. In diese Spalten geraten nun zumteil Schuttmassen und Gesteinsstücke von den Moränen, und da diese Spalten oftmals die ganze Mächtigkeit des Gletschereises durchsetzen, so gelangen diese Gesteinsbrocken an die untere Seite des Gletschereises, dahin, wo das Gletschereis die Felsmasse, auf der es sich thalabwärts bewegt, berührt, auf das sogenannte Gletscherbett.

Neben diesen auf solche Weise auf das Gletscherbett geratenen Gesteinsbruchstücken kommen noch andere auf andere Art und Weise dahin, nämlich durch das Einschmelzen in das Eis. Man muß sich fast die ganze Oberfläche des Gletschers und nicht nur den von den Moränen eingenommenen Flächenraum mit größeren oder kleineren Gesteinsstückchen wie besäet denken. Dieselben schmelzen im Gletschereise ein und allmählich durch dasselbe hindurch, bis sie auf dem Gletscherbette angelangt sind. Zwischen dem Gletschereise und dem Gletscherbette existiert daher eine meist nur ziemlich dünne Schicht von Schlamm, Grus und größeren und kleineren Gesteinsbruchstücken, die Grundmoräne. Da

nun der Gletscher sich thalabwärts bewegt, so wird durch diese Bewegung und durch den von der darauf lastenden Eismasse bewirkten Druck diese Grundmoräne wie eine Feile auf den harten Felsboden, dem sie aufgelagert ist, auf das Gletscherbett, einwirken. Sie wird dasselbe ritzen und schrammen und zwar werden diese Ritzen und Schrammen stets in der Richtung auf dem Felsboden verlaufen, in welcher die Thalabwärtsbewegung des Gletschers erfolgt ist. Nach vielen Geologen und nach der Ansicht bedeutender Forscher soll nun diese Grundmoräne nicht nur auf diese Weise auf ihren Untergrund einwirken, sondern sie soll auch auf denselben in größerem Maßstabe erodierenden Einfluß bethätigen, sie soll gewissermaßen aufpflügen, Thäler und Fjorde bilden rc. Andere, nicht minder kompetente Gelehrte verneinen diese erodierende Wirkung der Gletscher nicht nur, sondern sie sind sogar der Ansicht, daß die Gletscher im Gegenteil geradezu konservierend auf ihren Untergrund einwirken. Für beide Ansichten giebt es Beweise und Gegenbeweise, und wenn einerseits gewissen Gletschern der Vorzeit und der Jetztzeit ein erodierender Einfluß auf ihren felsigen Untergrund nicht abgesprochen werden kann, so kennt man wiederum solche, deren Grundmoräne über aus weichem Materiale bestehenden Untergrund hinübergeschoben worden ist, ohne denselben im Geringsten zu verletzen.

Die Bewegung der Gletscher.

Wie schon betont worden ist, konnten über die Bewegung der Gletscher in jeder Beziehung genaue Gesetze noch nicht aufgestellt werden. Soviel ist aber gewiß, daß nämlich die Bewegung selbstverständlich in erster Linie von der mehr oder minder steilen Beschaffenheit des Gletscherbettes, von der Last des nachschiebenden Eises, von der mehr oder minder feuchten Temperatur des betreffenden Jahres und noch von einer Menge anderer Umstände abhängig ist, daß die Bewegungsgeschwindigkeit bei jedem Gletscher demnach

im Allgemeinen eine andere sein wird. Sie ist jedoch konstant in der Mitte des Gletscherstromes größer, als an seinen Rändern, was ältere und neuere Untersuchungen bewiesen haben; auch ist sie in allen Teilen des Gletschers durchaus nicht gleichmäßig; dieselbe wird z. B. am untern Ende des Gletschers kaum fühlbar, während sie in der Mitte der Gletscher sehr groß ist.

Inlandeis.

Unter der Bezeichnung Inlandeis versteht man Eismassen von großer Ausdehnung, die man in den Polarländern kennen gelernt hat und welche daselbst mächtige Gebiete vollständig bedecken, wie dies z. B. in gewissen Teilen Grönlands der Fall ist. Die Inlandeismassen dürften sich im allgemeinen auch, wie die Gletscher, bewegen; dieselben senden meist gletscherartige Ausläufer durch die Thäler bis ins Meer hinein, woselbst deren Eismassen eine Zeit lang noch auf dem Wasser weiter fortbewegt werden, bis sie endlich sich in Eisberge auflösen (kalben). Diese Eisberge (das Treibeis) werden von den südlich fließenden Strömungen erfaßt und von denselben in südlichere Breiten geführt. Eigentümlich ist der Umstand, daß die Inlandeismassen meist einer Oberflächenmoräne entbehren und solche nur in der Nähe der Nunnatakar, gewisser felsiger über das Inlandeis zuweilen ragender Kuppen, aufweisen. Man hat gefunden, daß die Schmelzwasser einiger großer Gletscher Grönlands eine ungeheure Menge von Schlamm ins Meer führen, wogegen die Massen, welche z. B. die Aar ihren Gletschern entzieht, geradezu als ein Kinderspiel erscheinen, ein Umstand, der darauf schließen läßt, daß im Untergrunde des grönländischen Inlandeises eine starke Menge verwitterter Felsmassen vorhanden sein muß. Spielen die Inlandeismassen auch gegenwärtig keine so große Rolle, so glaubt man doch in vergangenen geologischen Epochen in den Ablagerungen der Diluvialzeit großartige Wirkungen ehemaliger Inlandeismassen erkennen zu müssen.

Fünfter Abschnitt.

Die geologische Thätigkeit der Winde.

Die geologische Thätigkeit der Winde ist eine sehr mannigfache. So wird oftmals lockeres vulkanisches Auswurfsmaterial bei vulkanischen Ausbrüchen von den Winden mit fortgeführt und es entstehen dann Tuff- und Aschenablagerungen an von den Eruptionsstellen weit entfernten Orten, wie man genau nachweisen kann.

Eine andere Erscheinung, welche durch die Winde hervorgebracht wird, ist die Bildung der Dünen (Flugsand), mächtiger Sandwälle an den Ufern des Meeres, welche von dem durch die Winde landeinwärts fortgetragenen, am Meeresstrande lagernden Sande gebildet werden und welche förmlich immer mehr landeinwärts wandern, wenn sich denselben nicht für sie unüberwindliche Hindernisse, wie dichte Wälder, Höhenzüge &c., in den Weg stellen. Diese Dünenbildung wirkt oftmals verheerend; man kennt ganze Ortschaften, Wälder &c., die in historischer Zeit vom Flugsande verschüttet worden sind. Ähnliche Erscheinungen wiederholen sich auch in den großen Sandwüsten im Innern Asiens und Afrikas. Auch hier wandert der Sand der Wüste immer noch vorwärts, früher kultivierte und bewohnte Gegenden verwüstend und mit Sandmassen bedeckend.

Eine äußerst interessante Erscheinung, deren Entstehung durch die Winde veranlaßt worden ist und noch wird, ist die Bildung eines zum Löß (S. 38) gehörigen Gesteinmaterials in China, das daselbst von großer Mächtigkeit ist und große Flächenräume bedeckt. Der Staub wird von den Winden aus Zentralasien hinweggetragen und im Osten dieses Weltteils wieder abgesetzt, ein Vorgang, der in so sehr großem Maßstabe erfolgen muß, daß durch die Masse

dieses abgesetzten Staubes große und tiefe Thäler ausgefüllt worden sind. Die Aufschichtung dieser gewaltigen Staubmassen wird durch den Umstand, daß in jenen Gegenden nur sehr wenig Regengüsse stattfinden, dieselben von den atmosphärischen Niederschlägen also nur in sehr geringer Menge wieder fortgeführt werden, noch wesentlich befördert. Auch für gewisse deutsche Vorkommnisse von Löß nimmt man heutzutage eine äolische Enkstehung an.

Sechster Abschnitt.

Die Entstehung der Gesteine (Petrogenesis).

Nach der Art und Weise ihrer Entstehung teilen wir die Gesteine ein in zwei große Gruppen, in die massigen und in die sedimentären Gesteine.

Massige Gesteine nennen wir alle solche, die in einem weichen oder auch halbflüssigen Zustande aus dem Erdinnern hervorgedrungen sind und dann erstarrten. Zumteil gelangten dieselben bis an die Erdoberfläche und ergossen sich dann entweder subärisch oder submarin über dieselbe, teils direkt aus Spalten emporquellend, teils aus eigentlichen über bestimmten Stellen der Spalten aufgebauten Vulkanen. Sie treten dann in Strömen, Decken als auch in Kuppen auf, und werden Ergußgesteine oder vulkanische Gesteine genannt. Wir unterscheiden dabei:

Paläovulkanische oder vortertiäre Ergußgesteine; Beispiele dafür sind die Porphyre, die Porphyrite, die Melaphyre, und

neovulkanische oder tertiäre und posttertiäre Ergußgesteine, als Trachyte, Phonolithe, Basalte &c.

Nun giebt es aber auch eine Reihe massiger Gesteine, die aus dem Erdinnern emporstiegen, ohne jemals die Erdoberfläche zu erreichen, die höhlenartige, unregelmäßig gestaltete Räume erfüllten, aber von Spalten her auf Schichtfugen zwischen die Sedimentärmassen eingedrungen sind. Sie bilden also Stöcke, Gänge, intrusive Lager und Lagergänge und stehen in keinerlei notwendiger Beziehung zu Vulkanen und Kratern, können auch demnach niemals von lockerem Auswurfsmaterial, von Tuffen begleitet werden. Man nennt dergleichen massige Gesteine Tiefengesteine oder plutonische Gesteine. Beispiele: Granite, Syenite, Eläolithsyenite, Diorite ꝛc. Die Tiefengesteine sind mit wenig lokalen, auf Randerscheinungen zurückzuführenden Ausnahmen holokrystallin entwickelte, d. h. sie bestehen aus lauter krystallinen, wenn auch nicht immer krystallographisch begrenzten Mineralindividuen, während für die normalen Ergußgesteine die porphyrische Struktur geradezu charakteristisch ist.

Noch ist eine dritte Gruppe massiger Gesteine, die sogen. Ganggesteine, zu verzeichnen, solche, welche als selbständige geologische Körper nur in typischer Gangform und nur ganz ausnahmsweise in anderer Modifikation auftreten. Tuffe derselben sind nicht bekannt; dieser Umstand sowie gewisse Struktureigentümlichkeiten nähern die Ganggesteine den plutonischen. Anderseits finden sich bei denselben gewisse Ausbildungsformen, die wir sonst nur an vulkanischen Gesteinen beobachten. Die Ganggesteine haben somit eine Mittelstellung zwischen den beiden großen Gruppen der plutonischen und vulkanischen Gesteine.

Man unterscheidet dabei einen granitischen Typus mit einer derjenigen der Tiefengesteine analogen körnigen Struktur. Beispiel: Muscovitgranite der Vogesen, des Schwarzwaldes, des Thüringer Waldes; ferner einen granitophyrischen Typus mit einer für das bloße Auge deutlich sichtbaren porphyrischen Struktur, bei welcher sich die Einsprenglinge scharf von der Grundmasse abheben, meist groß

sind und dem Feldspat angehören. Beispiele: Granit-, Syenit-, Eläolithsyenitporphyre, Dioritporphyrite ꝛc.

Die Gesteine des dritten, des lamprophyrischen Typus sind vorwiegend porphyrisch struiert, haben zwar bei makroskopischer Betrachtung oftmals ein dichtes (aphanitisches) Aussehen, zeigen jedoch unter dem Mikroskop körnige Struktur. Beispiele: Minette, Kersantite ꝛc.*).

Als Beweise dafür, daß die massigen Gesteine ursprünglich wirklich in glutflüssigem oder breiartigem Zustande sich befanden, mögen folgende Thatsachen gelten.

1. Die Lagerungsverhältnisse. Die Ergußgesteine treten, wie wir sahen, in dicken Kuppen und Strömen, andere Gesteine bedeckend, auf, die Ganggesteine in Gängen.

2. Viele Eruptivgesteine enthalten Einschlüsse von Gesteinsarten, welche sie durchsetzt haben.

3. Viele massigen Gesteine haben bei ihrem Heraufdringen Störungen in den von ihnen durchsetzten Gesteinsmassen hervorgebracht. Man kann das namentlich da gut beobachten, wo die ersteren wohlgeschichtete Felsarten durchbrachen und hierbei deren Lagerungsverhältnisse und Schichtenlage veränderten, die Gesteine selbst oftmals zertrümmerten ꝛc.

4. Die Umwandlungen und Veränderungen, welche viele Eruptivgesteine an von ihnen durchbrochenen Sedimentgesteinen hervorgebracht haben, wie z. B. Frittungen, Verglasungen und oftmals vollständige Umwandlung derselben.

---

*) Die soeben ausgeführte Einteilung der Eruptivgesteine ist die von H. Rosenbusch der neuesten Auflage seines Lehrbuches über die mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine zu Grunde gelegte, der wir das vorstehende zumteil wörtlich entnommen haben. Sie ergänzt und erweitert die von demselben Geologen früher gegebene Klassifikation, welche wir auch in diesem Katechismus gebrauchen. Aus Umständen, deren Begründung in der besseren Übersichtlichkeit und dem beschränkten Umfang dieses Buches liegt, mußten wir davon absehen, die erste der beiden Klassifikationen durch die zweite zu ersetzen. Ein jeder, der sich einigermaßen eingehender mit der Gesteinslehre beschäftigen will, wird ja doch ohnehin zu dem Werke des genannten berühmten Geologen greifen müssen.

So haben z. B. gewisse Granite in den Vogesen, im Gebiete von Barr-Andlau, Thonschieferablagerungen durchbrochen und dieselben auf verhältnismäßig weite Strecken hin vollständig verändert, und zwar derart, daß, je näher man dem diese Wirkung hervorgebrachthabenden Granit kommt, um so mehr die Schiefer (die sogenannten Steiger Schiefer) in ein sehr kieselsäurereiches Gestein, in den Hornfels, umgewandelt sind. Auf diese Zone von Hornfels folgt nach außen hin eine solche, in welcher geringere Umwandlungen an den Schiefern wahrzunehmen sind, und auf diese Weise

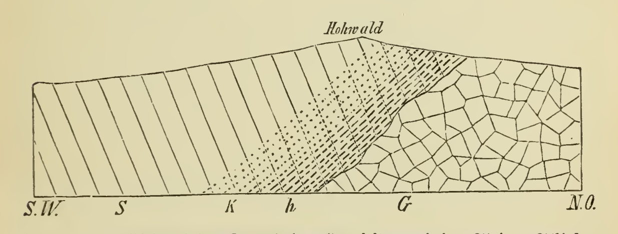


Fig. 26. Profil durch den Kontakt des Granitites und der Steiger Schiefer am Hohwald in den Vogesen. Nach Rosenbusch.
S Steiger Schiefer — G Granitit — K Knotenthon- und Knotenglimmerschiefer — h Hornfels.

kann man eine Reihe von Zonen unterscheiden, in welchen die Schiefer immer weniger Veränderungen in ihrer mineralischen Zusammensetzung zeigen, bis man schließlich die unveränderten, ursprünglichen Thonschiefer wieder erreicht. Diese also mehr oder weniger veränderten Schiefer nennt man Knotenglimmerschiefer, Knotenthonschiefer oder Fruchtschiefer rc. (Fig. 26). Ähnliche Erscheinungen, wie die hier erwähnte und durch das Profil Fig. 26 erläuterte, kennt man an verschiedenen Orten unserer Erde, so z. B. im Harze.

Wenn gewisse Eruptivgesteine in heißflüssigem Zustande Kalkgesteine durchbrochen haben, so sind dieselben sehr

häufig in reinen krystallinen Kalk umgewandelt. Schöne Beispiele hierfür bieten die Gebirge Südtirols, ganz speziell die in geologischer Beziehung weltberühmte Umgebung des Dorfes Predazzo im Fleimserthal; hier haben ältere Eruptivgesteine von syenitischem Typus 2c. die Sedimente der alpinen Trias durchbrochen und dieselben an den Kontaktstellen in Marmor umgewandelt. Daneben wurden, wahrscheinlich durch Einwirkung heißer Dämpfe, mit denen das Gesteinsmagma geschwängert gewesen sein muß, allerlei Kalksilikate als Granat, Vesuvian, Titanit, Glimmer 2c. in der Nähe der Kontaktstellen im körnigen Kalke herausgebildet, die sogenannten Kontaktmineralien. Derartige durch Einwirkung von Eruptivgesteinen auf die von ihnen durchsetzten Gesteinsarten und Gesteinsmassen hervorgebrachte Wirkungen und Erscheinungen faßt man unter der Bezeichnung Kontaktmetamorphismus zusammen.

5. Einen weitern Beweis für das Emporgedrungensein der massigen Gesteine liefert uns deren mineralische Zusammensetzung. Wir wissen, daß manche Materialien ihrer chemischen Natur nach nur aus einem Schmelzfluß hervorgegangen sein können, und daß gewisse Erscheinungen, welche dieselben zeigen, wie z. B. gewisse Strukturverhältnisse, Einschlüsse 2c., durch einen heißflüssigen Zustand des Gesteinsmagmas und unter hohem Drucke hervorgebracht worden sein müssen.

6. Ferner beweisen gewisse gegenwärtig noch beobachtbar stattfindende eruptive Gesteinsbildungen durch ihre vielfache Analogie mit den Eruptivgesteinen älterer geologischer Perioden, daß diese letzteren unter denselben Verhältnissen wie die ersteren entstanden sein müssen. Die heute noch durch Erstarrung aus einem heißflüssigen Zustande entstehenden Gesteine nennt man Laven. Es sind die Produkte der Vulkane (s. S. 46). Diese Laven sind durchaus nicht alle gleich, sie sind vielmehr unter einander sehr verschieden, sowohl bei den einzelnen Vulkanen, als auch bei deren

einzelnen Ausbrüchen. So unterscheidet man deshalb basaltische, trachytische und leucitische Laven, oder auch Augitlaven, Feldspatlaven und Leucitlaven. Solche Gesteine kommen nun nicht nur an wirklichen Vulkanen vor, sondern sie finden sich auch in vielen Gegenden, in denen es keine thätigen Vulkane mehr giebt. Alle Basalte, Trachyte und Leucitgesteine, die oftmals weit von thätigen Vulkanen entfernt gefunden werden, haben nicht nur eine im allgemeinen ganz gleiche Zusammensetzung mit Laven, sondern auch ihre Lagerungsverhältnisse &c. sprechen dafür, daß sie ähnlich wie die Laven entstanden sind. Lava ist überhaupt nicht die Bezeichnung für ein bestimmtes Gestein, sondern nur die allgemeine Benennung für alle im heißflüssigen Zustande aus vulkanischen Öffnungen ausgeflossenen und dann erstarrten Gesteine. Es ist zu bemerken, daß die älteren massigen Gesteine kieselsäurereicher sind, also saurer, als die jüngeren, und daß, je mehr dieselben in jüngeren Formationen auftreten, die Menge von Kieselsäure in denselben umsomehr abnimmt, dieselben also basischer werden, wenn man auch bei alledem bei den jüngeren Eruptivgesteinen sowohl wie bei den älteren ebenfalls wiederum saurere und basischere Glieder unterscheiden kann.

Sedimentärgesteine nennt man solche, welche entweder aus einer wässerigen Lösung auskrystallisiert oder aus einem mechanischen Absatze des Wassers hervorgegangen sind. Diese Gesteine sind dann meist in regelmäßigen Schichten übereinandergelagert und enthalten oftmals Fossilien. Auch bei diesen Gesteinen kann man die Analogie der gegenwärtigen Gesteinsbildungen zur Beurteilung ihrer Entstehungsweise benutzen, denn an sehr vielen Orten unserer Erde, durch Quellen, Bäche, Flüsse, Sümpfe, Landseen und Meere, durch chemische Niederschläge und durch mechanische Ablagerungen — Zusammenschwemmung —, oftmals unter Vermittelung des Tier- und Pflanzenlebens, werden jetzt noch sedimentäre Gesteine gebildet, so z. B. durch Quellen der Kalktuff durch Ausscheidung von kohlensaurer Kalkerde,

die im Quellwasser aufgelöst war, ähnlich auch Kieseltuff und Eisenocker. Durch Bäche oder Flüsse werden Schlamm-, Sand- und Geschiebeschichten abgelagert, die später zu festen thonigen Sandstein- und Konglomeratschichten werden können, mechanische Ablagerungen. Sümpfe und Landseen lagern Raseneisenstein, thonige, schlammige, sandige, konglomeratartige oder auch kalkige Schichten ab. Das Meer bildet an seinen Küsten Schlamm- und Sandschichten, von den Küsten entfernt, in der Tiefe — und nur ausnahmsweise beobachtbar — verschiedenartige, besonders aber kalkige Sedimente. Durch Vermittelung des Pflanzenlebens werden Torfablagerungen (Seite 29) und Anhäufungen von Pflanzenteilen gebildet, das Tierleben vermittelt Kieselguhr, kreideartige, aus lauter kleinen Organismen zusammengesetzte Gesteine, Foraminiferenbänke, Muschelbänke, Korallenriffe ꝛc.

Minerogene Sedimentärgesteine nennt man solche, die aus bloßen Anhäufungen von Mineralstoffen bestehen. Man unterscheidet solche mechanischen Ursprungs, wie gewisse Sandsteine, Breccien, Konglomerate und andere mehr, und solche chemischen Ursprungs, wie Rogensteine, Kalktuffe, Anhydrit, Steinsalz, Gips, die sich heute alle meist noch vor unseren Augen bilden, und dergleichen noch mehr. Auch gewisse krystallinische Quarzsandsteine, Thonschiefer, Schieferthone ꝛc. gehören zumteil hierher und nicht immer zu den klastischen Gesteinen minerogener Natur.

Phytogene Sedimentärgesteine nennt man solche, die durch die Vermittelung der Thätigkeit des Pflanzenlebens entstanden sind. Hierher gehören die Kohlengesteine (Seite 29) und die durch Vermittelung der Kalkalgen gebildeten Gesteine, die Nulliporen- und Lithothamnienkalke der Tertiärformation, die Gyroporellenkalke der alpinen Trias, welche Schichten von großer Mächtigkeit bilden.

Zoogene Gesteine werden gebildet durch die Vermittelung des Tierlebens. Die Tiere, welche die Veranlassung der Bildung solcher zoogener Gesteine werden, sind meist niedere. So können wir mit Recht annehmen, daß der größte Teil der Kalksteine, welche in früheren geologischen Perioden zur Ablagerung gekommen sind, durch Foraminiferen und ähnliche Tiere gebildet wurden, selbst wenn wir heute keine Spur derselben mehr in den Gesteinen zu erkennen vermögen. Die neueren Tiefseeforschungen haben folgende interessante Daten ergeben: Bis zu einer Tiefe von etwa 5300 m ist der Meeresboden fast aller Meere mit aus Globigerinen bestehendem Schlamm bedeckt, der nach Credner bis 70 % kohlensauren Kalk, 20—30 % Kieselsäure und 20—30 % Thonerde enthält. Bei mikroskopischer Betrachtung ergiebt sich, daß wesentlich nur Foraminiferengehäuse diesen Schlamm zusammensetzen, woher auch dessen Name. Je mehr wir nun in größere Tiefen hinabsteigen, um so mehr erliegen diese Foraminiferenschälchen der zersetzenden Einwirkung der Kohlensäure, so daß allmählich eine weiße, schlammige Masse entsteht, in welcher nur noch Schalenfragmente zu erkennen sind. In noch größeren Tiefen finden sich nur noch rote und braune Thone, die wohl auch nur als der Rückstand dieses aus Fragmenten von Foraminiferenschälchen bestehenden weißen Schlammes anzusehen sind, dessen Kalkgehalt von der Kohlensäure aufgelöst wurde. Dieser Kalkschlamm hat wohl nachträglich noch durch weitere Einwirkung der Kohlensäure fernere Umbildungen erfahren und auf diese Weise werden denn auch die zoogenen Produkte in einen krystallinischen Zustand übergeführt worden sein. Es läßt sich also daraus schließen, daß sehr viele der sedimentären Kalksteine als zoogene Ausscheidungsprodukte anzusehen sind und ihre heutigen Strukturverhältnisse späteren Umbildungen verdanken. Es giebt aber auch Gesteine, deren Entstehung aus Foraminiferenresten deshalb außer Zweifel ist, weil sie förmlich davon erfüllt, ja völlig von ihnen gebildet sind, so z. B. die

Fusulinakalke des Karbon, die Kreidemergel der Kreide, die Milioliden- und Nummulitenkalke des Tertiär ꝛc.

Welche mächtigen riffartigen Ablagerungen die Korallen herzustellen vermochten und auch heute noch hervorbringen, das lehrt uns die historische Geologie und die Zoologie. Mächtige Kalksteinbildungen der Juraperiode verdanken denselben ihr Dasein und auch in noch anderen Formationen nahmen dieselben an der Gesteinsbildung teil.

Manche andere Gesteine sind durch die Thätigkeit der Bryozoen und der Brachiopoden entstanden, so die Bryozoenriffe des Zechsteins und der obern Kreide, die Terebratelbänke des Muschelkalks; die Crinoideen haben die Crinoideenkalke (Trochitenkalk) gebildet, die Mollusken die Litorinellenkalke, die Gryphitenkalke, die Hippuritenkalke ꝛc., die Würmer den Serpulit — sie spielen heute noch, wie Darwin neuerdings nachgewiesen hat, eine große Rolle bez. der Humusbildung —. Den Wirbeltieren ist die Entstehung der Bonebed genannten Ablagerungen, der Knochenbreccien und der heutigen Guanobildungen ꝛc. zu danken.

Die metamorphischen Gesteine.

Neben den eruptiven und den sedimentären unterscheidet man jedoch noch eine dritte Klasse von Gesteinen, welche in ihrem gegenwärtigen Zustande nicht füglich durch Wasser abgelagert worden sein können, von denen man aber vermutet, daß sie vielfach durch Umwandelung — Metamorphose — aus sedimentären Gesteinen entstanden sind. Solche der Voraussetzung nach in ihrem Zustande gänzlich veränderte Gesteine nennt man metamorphische. Dieselben sind meist krystallinische und zugleich schieferige Mineralaggregate, zumteil von ähnlicher Zusammensetzung wie die Eruptivgesteine, aber geschichtet und gelagert wie die sedimentären. Sie führen nur in Ausnahmefällen Versteinerungen. Dahin gehören

die Gneise, Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Talkschiefer, Hornblendeschiefer, aber auch viele körnige Kalksteine, Dolomite ꝛc., überhaupt die Gesteine der archäischen krystallinen Schieferformation. Man nimmt an, daß diese Gesteine größtenteils durch Umwandelung aus Sedimentärgesteinen entstanden sind. Für diese Umwandelung hat man den Namen Regionalmetamorphismus gebraucht. Dieser Regionalmetamorphismus kann auf verschiedene Weise vor sich gegangen sein; man hat die verschiedentlichsten Hypothesen darüber aufgestellt, deren wichtigste wohl die folgenden sind:

1) Der plutonische Regionalmetamorphismus, dessen Verteidiger der berühmte Geolog Lyell und der Verfasser der ersten drei Auflagen dieses vorliegenden Katechismus, B. von Cotta, gewesen sind. Diese Forscher nahmen an, daß die Umwandlung infolge einer langsamen und andauernden Erhitzung der betreffenden Gesteinsschichten durch die innere Erdwärme vor sich gegangen und diese Umwandlung ferner noch durch den Druck der überlagernden Schichtenkomplexe auf die darunter liegenden wesentlich befördert worden sei, wodurch diese zu unterst liegenden Schichten förmlich umgeschmolzen, die darüber lagernden jedoch umkrystallisiert und in ihren Strukturverhältnissen verändert worden seien. Auch die Thätigkeit des Wassers nahmen die betreffenden Gelehrten zu Erklärung ihrer Hypothese in Anspruch. Es entstand also, um nochmals zu rekapitulieren, diese Umwandlung durch den Druck und den Luftabschluß infolge der darüber liegenden Gesteine, durch erhöhte Temperatur und durch Wasser, welches unter hohem Druck auch bei sehr hoher Temperatur darin bleiben und wirken konnte. Diese hohe Temperatur kann ferner noch durch Senkungen, in einzelnen Fällen auch durch aufsteigende Eruptivgesteine, heiße Gase und Dämpfe erhöht worden sein. Es unterliegt nach den neuesten Erfahrungen und Beobachtungen keinem Zweifel,

daß gewisse Gneise durch Druck schiefrig gewordene Eruptivgesteine sind. So sind nach Lehmann Granite im Fichtelgebirge und im sächsischen Mittelgebirge zu gneisartigen Gesteinen, nach Schmid an der Windgälle in den Urner Alpen Porphyre zu sericitartigen Gneisen umgewandelt worden, Diabase zu Grünschiefern und Strahlsteinschiefern, wie uns gewisse Vorkommnisse, die Liebe, Bossen, Milch u. a. m. aus Thüringen, dem Taunus ꝛc. beschrieben haben, beweisen.

2) Eine zweite Theorie hat den Namen des hydrochemischen Regionalmetamorphismus erhalten, dessen Hauptverfechter der berühmte Chemiker und Geologe Bischof ist. Nach diesem Gelehrten bedarf es kaum aller der erwähnten, aus Anlaß der Besprechung des plutonischen Regionalmetamorphismus erwähnten Umstände und die Ursache dieser Gesteinsumwandlung ist einzig und allein in einer langandauernden chemischen Thätigkeit des Wassers zu suchen, die nach und nach die Stoffumwechslung und die Umkrystallisierung bei den in Frage kommenden Gesteinen hervorgebracht hat. Hoher Druck, verursacht durch die darüber lastenden Schichten, und höhere Temperatur werden zur Erklärung auch dieser Hypothese als notwendig angenommen, ferner enorme geologische Zeiträume.

3) Eine weitere Erklärungsweise für die Entstehung der metamorphischen Gesteine ist schließlich die, daß die betreffenden Gesteine überhaupt keine Umwandlung durchgemacht haben, sondern sich vielmehr noch im ursprünglichen Zustande befinden, in welchem sie bei ihrer Entstehung waren. Diese Ansicht basiert auf der großen Übereinstimmung des petrographischen Charakters der archäischen Formation, wo auch dieselbe entwickelt ist, sodann auf der gleichmäßigen Wechsellagerung ihrer Gesteine, was bei einem so sehr ausgedehnten und mächtigen Schichtenkomplexe nicht möglich sein könnte, wenn derselbe das Produkt eines Durchwässerungsprozesses, wie des soeben geschilderten, wäre. Die Abgrenzung der im Habitus oft völlig von einander

verschiedenen Gesteine gegen einander könnte in diesem Falle keine so scharfe sein 2c.

Welche dieser Hypothesen die richtige ist, muß dahingestellt bleiben. Es ist aber jedenfalls gewiß, daß vom Gneise an bis zum petrefaktenführenden Thonschiefer vermittelst der Glimmerschiefer und Phyllite die verschiedensten Übergänge vorhanden sind, daß man ferner echte Glimmerschiefer kennt, welche Petrefakten führen und als umgewandelte Gesteine silurischen Alters anzusehen sind, daß ferner durch die gebirgsbildende Kraft, also z. B. durch Faltenbildung, regionalmetamorphische Erscheinungen hervorgerufen werden, indem ursprünglich nichtkrystalline Massen durch hohen Druck, dem sie ausgesetzt waren, mehr oder weniger krystallin wurden. So hat man in den Zentralalpen (Berner Hochland) sedimentäre Kalksteine nachgewiesen, welche durch hohen Druck — Eingekeiltwerden zwischen Gneisschichten — in einen dem körnigen Kalk ähnlichen krystallinen Zustand übergeführt worden sind. Übrigens haben auch Experimente ergeben, daß man aus nichtkrystallinen Massen, etwa Pulver oder Feilspänen von Metallen, durch Anwendung von hohem Druck (bis 6000 Atmosphären) krystalline feste Massen herstellen kann.

Siebenter Abschnitt.

Die nutzbaren Lagerstätten.

Die nutzbaren Lagerstätten unterscheiden sich von den Gesteinen im allgemeinen dadurch, daß sie einen viel geringeren Anteil an der Zusammensetzung der festen Erdkruste nehmen, immer nur unter besonderen Umständen entstanden sind und zumteil aus nicht so regelmäßigen und konstanten Mineralverbindungen bestehen als die weitverbreiteten Gesteine.

Formen ihres Auftretens. Die nutzbaren Lagerstätten treten auf als regelmäßige Lager oder Flötze,
als Spaltenausfüllungen oder Gänge,
als unregelmäßige Massen, Stöcke genannt,
als bloße Imprägnationen von Gesteinen.

Einteilung der Lagerstätten.

Die für den Menschen wichtigsten dieser Lagerstätten sind:
1) Die Erzlagerstätten,
2) die Steinsalzlagerstätten,
3) die Kohlenlager.

Außerdem kommen aber noch einige für die Technik wichtige Mineralien oder Gesteine in besonderen Lagerstätten vor.

Die Erzlagerstätten.

Unter Erzlagerstätten versteht man lokale Anhäufungen von Erzen, d. h. von solchen Mineralien, aus denen man Metalle gewinnen kann.

Form ihres Auftretens. Die Erzlagerstätten treten am häufigsten als Gänge auf, doch findet man sie auch als Lager, Stöcke und Imprägnationen und unterscheidet Erzgänge, Erzlager, Erzstöcke und Erzimprägnationen. Unter Imprägnation versteht man das lokale Vorkommen von besonderen Mineralien, z. B. von Erzen innerhalb gewisser Gesteine ohne scharfe Umgrenzung. Selbständige Imprägnationen treten für sich allein, ohne Verbindung mit besonderen Lagerstätten auf, unselbständige Imprägnationen sind an ihren Grenzen von Lagern, Gängen oder Stöcken begleitet. Der Form nach unterscheidet man gangförmige, lagerförmige und stockförmige Imprägnationen.

Bestandteile der Erzlagerstätten.

Diese Erzlagerstätten bestehen aus metallhaltigen Mineralien oder aus Erzen mit nicht metallhaltigen Mineralien, den Gangarten oder Lagerarten.

Die häufigsten Vorkommnisse der Metalle auf den Erzlagerstätten sind folgende:

Gold kommt am häufigsten gediegen vor, entweder in sichtbaren Partien, Körnern oder Krystallen, oder unsichtbar fein dem Schwefelkies, Arsenkies ꝛc. beigemengt.

Silber findet sich gediegen und vererzt im Glaserz, im Weiß- und Rotgültigerz, im Miargyrit, Polybasit (oder Eugenglanz) ꝛc., sowie fein verteilt im Bleiglanz oder in Kiesen.

Kupfer findet sich gediegen und vererzt im Kupferkies, Buntkupfererz, Kupferglanz, Malachit, Kupferlasur, Fahlerz ꝛc.

Das Blei gewinnt man aus Beiglanz, Weiß-, Gelb-, Grün- und Rotbleierz ꝛc.

Zink wird am häufigsten aus Galmei und aus der Zinkblende gewonnen.

Die wichtigsten Kobalterze sind: Speiskobalt und Glanzkobalt; die Nickelerze, die gewöhnlich zusammen mit den Kobalterzen vorkommen: Rotnickelkies, Weißnickelkies, Nickelarsenkies und Nickelantimonkies. Das wichtigste Zinnerz ist das Zinnoxyd oder der Zinnstein.

Quecksilber kommt vor gediegen oder als Zinnober, Amalgam ꝛc.

Platin findet sich nur gediegen oder verbunden mit anderen meist sehr seltenen Metallen.

Eisen gewinnt man aus Spateisenstein, Sphärosiderit, Bohnerz, Raseneisenerz, Brauneisenerz, Roteisenerz, Magneteisenerz ꝛc., die alle in verschiedenen Varietäten auftreten.

Die häufigsten Gang- und Lagerarten sind wohl Quarz, Hornstein, Kalkspat, Braunspat, Manganspat, Schwerspat, Flußspat und gewisse Mineralien der Zeolithgruppe.

Vorkommen der verschiedenen Erzarten.

Einzelne dieser Erzarten kommen vereinzelt vor, andere finden sich in der Regel mit einander verbunden. So kommen gewöhnlich zusammen vor:

1) Bleiglanz mit Zinkblende, Schwefel- und Kupferkies und mit Silbererzen.
2) Alle die verschiedenen Kupfererze mit Schwefelkies und oft auch mit Zinkblende.
3) Die Kobalterze mit den Nickelerzen.
4) Zinnerz mit Wolfram ꝛc.

Unterscheidung und Benennung der Erzlagerstätten.

Man unterscheidet und benennt die Erzlagerstätten nach den wichtigsten, wertvollsten oder vorherrschend darin auftretenden Metallen; dann aber auch nach ihrer Form. So unterscheidet man z. B. Goldgänge und -Lager, Silbererzgänge, -Lagerstöcke und -Imprägnationen, Kupfererzgänge, -Lager, -Stöcke und -Imprägnationen.

Alters- und Lagerungsverhältnisse der Erzlagerstätten.

Die Erzlagerstätten finden sich zwischen Gesteinen des verschiedensten Alters, sind jedoch mit gewissen Gesteinsarten häufiger als mit anderen verbunden. So finden sich z. B. Zinnerze am häufigsten mit granitischen Gesteinen verbunden, Galmei meist mit dolomitischem Kalksteine, Kupfererze sehr häufig mit hornblendehaltigen Gesteinen ꝛc. Eine bestimmte Regel läßt sich jedoch darüber nicht aufstellen.

Die Verteilung der Erze in den Erzlagerstätten ist nicht immer eine gleichmäßige. Wohl ist das oft in den wirklichen Lagern der Fall, in den Gängen, Stöcken und Imprä-

nationen gagegen fast nie. In diesen wechseln vielmehr gewöhnlich reiche Stellen, sogenannte Erznester, gute Anbrüche oder Veredelungszonen mit armen oder tauben, d. h. erzleeren Regionen ab, sodaß man fast nie die ganze Lagerstätte mit gleichem Nutzen oder überhaupt mit Nutzen gewinnen kann.

Seifenlager. Man versteht darunter Anschwemmungen von Geröllen, Sand, Lehm oder Schutt, welche Metall- oder Erzkörner enthalten, die aus Lagern, Gängen, Stöcken oder Imprägnationen ausgewaschen und dann wieder abgelagert worden sind. Man findet hauptsächlich Platin, Gold und Zinnerze in solchen Seifenlagern und vorzugsweise gerade diese, weil sie der mechanischen Zerstörung und der chemischen Zersetzung am meisten widerstehen und zugleich ein hohes spezifisches Gewicht haben, wodurch sie bei der Wiederablagerung durch Anschwemmung an bestimmten Stellen konzentriert wurden, während die meisten anderen Erze bei der Abschwemmung durch Wasser sich zersetzten und auflösten, oder in sehr kleine, leichte Teile zerrieben wurden, die sich nicht so konzentrierten.

Die Entstehung der Erzlagerstätten ist auf sehr verschiedene Weise vor sich gegangen. Die wirklichen Lager ebenso wie die Schichten der Sedimentgesteine entstanden wohl durch Ablagerung aus Wasser; die Gänge, Stöcke und Imprägnationen meist wohl durch Krystallisationen aus wässrigen Lösungen, oder aus Dämpfen, welche die Erdkruste in Zerspaltungen durchdrangen.

Die Steinsalzlagerstätten.

Vorkommen des Steinsalzes. Das Steinsalz kommt gewöhnlich in Form von unregelmäßigen stockförmigen Lagerstätten, seltener in regelmäßigen Schichten (Lagern) zwischen anderen sedimentären Gesteinen vor. Es findet sich in der Regel zwischen thonigen, sandigen oder kalkigen Schichten, fast stets mit Gips und Anhydrit verbunden, auch scheint

sein Vorkommen durchaus nicht auf bestimmte Bildungsperioden beschränkt zu sein, doch findet es sich in jeder einzelnen Erdgegend gewöhnlich nur in bestimmten Formationen, so im Gebiete der Karpathen bei Wieliczka-Szigeth rc. zwischen miocänen Sandsteinen, in Spanien (Cardona) und in Algerien wahrscheinlich zwischen Kreidebildungen, in Deutschland und im Alpengebiet hauptsächlich in der Trias und der Dyas, in Rußland im Perm, in Nordamerika auch in silurischen Ablagerungen. Man kann die Anwesenheit von unterirdischen Steinsalzmassen aus gewissen Umständen an der Erdoberfläche vermuten, so aus salzhaltigen Quellen, aus der Anwesenheit von Salzpflanzen, aus dem Vorkommen von Gips und aus lokalen Bodensenkungen — sogenannten Erdfällen. Diese Erdfälle sind trichterförmige Bodensenkungen, dadurch entstanden, daß mächtige unterirdische Steinsalzablagerungen nach und nach ausgewaschen worden sind und die dadurch bewirkten Hohlräume zusammenbrachen; doch sind auch andere Ursachen als Auswaschungen hiefür möglich.

Mächtigkeit der Steinsalzlager. Die Steinsalzlager erreichen oftmals eine große Mächtigkeit, die manchmal mit ihrer horizontalen Verbreitung in gar keinem Verhältnisse steht. So ist das Steinsalzlager von Wieliczka über 100 Meter mächtig, dasjenige bei Staßfurt sogar weit über 300 Meter.

Die Entstehung des Steinsalzes.

Die Steinsalzlager unserer Erde sind in mehr oder weniger abgeschlossenen Meeresbuchten gebildet worden, und zwar durch die allmähliche Verdunstung des Wassers, wobei die in demselben enthaltenen Salze dann nach der Reihenfolge ihrer Löslichkeit niedergeschlagen werden mußten. Im Meerwasser sind nun besonders schwefelsaurer Kalk und schwefelsaure Magnesia sowie Chlornatrium oder Kochsalz in gelöstem Zustande vorhanden, daneben noch

etliche andere Sulfate und Chloride, Carbonate, Phosphate ꝛc. Die Salzmenge des Meerwassers nach Prozenten beträgt:

Chloride	89.45
Sulfate	10.34
Sonstiges (als Carbonate ꝛc.) . . .	0.21
	100.00.

Der durchschnittliche Salzgehalt des Meerwassers beläuft sich auf 3.6%.

Wenn nun das Wasser eines Meeresbeckens, worin ein solcher Verdunstungsprozeß vor sich ging, schwefelsauren Kalk enthielt, so mußte sich diese Verbindung, weil sie schwerer löslich ist, als das Steinsalz, vor diesem letzteren ausscheiden; dann erst erfolgte der Absatz des Chlornatriums. Daher kommt es, daß meist Gips oder Anhydrit das Liegende der Steinsalzlager bilden. Hörte nach dem Niederschlage des Steinsalzes dieser Verdunstungsprozeß auf und erhielt aus irgend welchem Grunde das Meeresbecken neue Zufuhr von Seewasser und erfolgte dann wiederum ein Abschluß desselben, so wiederholte sich der eben geschilderte Vorgang. So ist es zu erklären, daß man an vielen Steinsalzlagerstätten das Auftreten von Zwischenlagen von Gips und Anhydrit zwischen den Steinsalzschichten beobachten kann. Es hängt von der Tiefe des betreffenden Meeresbeckens ab, ob der schwefelsaure Kalk sich in wasserfreiem Zustande, als Anhydrit, oder in wasserhaltigem, als Gips, niederschlägt. Um Anhydrit aus seiner Lösung ausscheiden zu lassen bedarf es größerer Tiefe, etwa 107 Meter, gleich 10 Atmosphärendruck.

Abraumsalze nennt man gewisse Salze, wie Chlorkalium, Chlormagnesium, schwefelsaures Kali ꝛc., welche die Steinsalzlagerstätten meist begleiten und über dem Steinsalz selbst niedergeschlagen worden sind. Dieselben sind leichter löslich, als das Steinsalz, weshalb dieselben erst nach Absatz des Steinsalzes auskrystallisieren mußten. Nur an jenen

Steinsalzlagerstätten, woselbst eine dichte und wasserundurchlässige Thonschicht die so leicht löslichen Abraumsalze vor dem Auflösen durch die im Innern der Erde stetig zirkulierenden Gewässer bewahrt hat, wie bei Staßfurt, sind uns diese wertvollen Salze erhalten geblieben. An sehr vielen anderen Stellen wurden dieselben längs fortgeführt.

Die Kohlenlager

treten auf als Lager (Flötze) zwischen sedimentären Ablagerungen; sie sind aus Anhäufungen mehr oder weniger umgewandelter Pflanzenteile entstanden. Alle Kohlenlager sind nicht von kleiner Beschaffenheit, denn man unterscheidet Graphitlager, Anthracitlager, Schwarz- oder Steinkohlenlager, Braunkohlenlager und Torflager. Erstere sind, obwohl aus der reinsten Kohle bestehend, nicht brennbar.

Die Graphitlager stellen die stärkste Umwandlungsstufe der fossilen Kohle dar, welche nur unter solchen Umständen eingetreten zu sein scheint, unter denen zugleich die einschließenden Sedimentärgesteine gänzlich verändert und krystallinisch geworden sind. Der Graphit brennt unter gewöhnlichen Umständen nicht, kann große Hitze vertragen, befindet sich in schuppigem, halbkrystallinem Zustande und färbt in hohem Grade ab. Dieses Mineral findet sich gewöhnlich als parallele Einlagerung im Gneis, Glimmerschiefer rc., doch auch als Gemengteil dieser Gesteine.

Die Anthracitlager kommen gewöhnlich nur in sehr alten Bildungen vor, z. B. im Steinkohlengebirge und in noch älteren. Lokal sind indessen auch tertiäre Braunkohlenlager und ebenso Steinkohlenlager in Anthracit umgewandelt, der in seinem chemischen Verhalten fast ganz den Koks gleicht. Diese erwähnten Umstände sind durch Berührung der betreffenden Kohlenlager mit heißflüssigen Gesteinsmassen, z. B. an der Grenze von Basalt- und Porphyrgängen, geschehen. Die Anthracit-

lager verhalten sich meist ganz so, wie die Steinkohlenlager, auch die sie begleitenden Gesteine sind meist dieselben. Der Anthracit enthält gewöhnlich fast gar kein Bitumen mehr, verbrennt deshalb ohne Rauch und Flamme und glänzt auf dem frischen Bruche gewöhnlich ziemlich stark. Sein Streichpulver ist schwarz, wie das der gewöhnlichen Schwarz- oder Steinkohle, auch färbt er nicht ab, wie der Graphit es thut.

Die Schwarz- oder Steinkohlen unterscheiden sich von dem eben geschilderten Anthracit durch ihren immer noch sehr bemerkbaren Bitumengehalt (sie verbrennen deshalb mit Flamme und Rauch), und durch ihren geringern Glanz, von den jüngeren, im Folgenden zu besprechenden Braunkohlen dagegen durch ihre mehr steinartige Beschaffenheit, ihren geringern Bitumengehalt, ihr schwarzes Reibungspulver und ihr höheres geologisches Alter. Sie nehmen im allgemeinen eine bestimmte Stelle in der Reihe der sedimentären Ablagerungen ein, und man hat deshalb eine bestimmte Steinkohlenbildungszeit unterschieden. Doch hat sich ergeben, daß auch jüngere und ältere Ablagerungen als das eigentliche Steinkohlengebirge zuweilen Schwarz- und Steinkohlen enthalten, sodaß man, genau genommen, mehrere Steinkohlenbildungen unterscheiden könnte. In dem Steinkohlengebirge kommt überdies ja auch Anthracit vor. Doch finden sich die Steinkohlen ganz vorherrschend in dem letzteren, überall begleitet von übereinstimmenden oder doch höchst ähnlichen Fossilien (siehe über das Steinkohlengebirge Seite 144 ff.). Die Anzahl der darin sich übereinander findenden Kohlenlager ist sehr ungleich (auch hier siehe die erwähnte Stelle). Ebenso sind die einzelnen Kohlenlager durchaus nicht immer von derselben Mächtigkeit; es giebt solche, die kaum 1/4 Meter dick sind, andere wieder, die 15 und mehr Meter Mächtigkeit besitzen. Auch in der Qualität differieren die Kohlenlager sehr; einige sind sehr rein, andere mit vielen erdigen Teilen gemengt, geben sehr viel Asche, einige sind sehr dicht und pechartig, andere mehr steinartig oder

schieferig. In manchen Steinkohlengebieten unterscheidet man der Qualität und dem Gebrauchswerte nach bis vierzig verschiedene Kohlensorten; ziemlich allgemein kann man unterscheiden Pechkohle, Schieferkohle und Rußkohle, welche letztere schon viel Anthracit zu enthalten pflegt.

Die Bildung der Steinkohlenflötze. Daß die Steinkohle aus Pflanzensubstanz gebildet worden ist, ist wohl außer Zweifel. Es wird dies durch die verschiedensten Umstände bewiesen, unter anderem dadurch, daß in der Kohle selbst die Form der Pflanzen, aus welchen sie hervorging, vorhanden ist, daß die die Kohlenflötze begleitenden Gesteine oftmals förmlich angefüllt sind mit Pflanzenabdrücken und auch in der Kohle oftmals noch die Strukturverhältnisse der Pflanzen, denen sie ihre Bildung verdankt, erhalten sind, manchmal sogar bis ins kleinste Detail. Meist sind es nur Land- und Sumpfpflanzen, welche die Kohle bildeten, und nur in wenig Ausnahmefällen marine. Während man früher der Ansicht gewesen ist, die Kohlenlager seien nur aus zusammengeschwemmten Pflanzenresten entstanden, können heutzutage wohl kaum mehr Zweifel darüber obwalten, daß die meisten Kohlenflötze sich noch auf der Stelle finden, woselbst einst die Pflanzen, aus denen sie entstanden sind, wuchsen. Das geht unter anderem aus der so vorzüglichen Erhaltung der Farnwedel, aus der meilenweiten, gleichmäßigen Erstreckung der Kohlenlager und aus dem Umstande hervor, daß im Liegenden der Steinkohlenflötze sich oftmals noch die Überreste der Wurzeln derjenigen Pflanzen finden, deren Stämme und Zweige die Kohle gebildet haben, ja daß man sogar noch aufrechtstehende Stämme im Zusammenhange mit ihren Wurzeln in gewissen Kohlenablagerungen nachweisen konnte. Aus der allgemeinen Verbreitung der Steinkohlenbildungen-Formation geht des Weiteren hervor, daß das Klima jener Zeit ein heißfeuchtes, tropisches gewesen ist und in jener Epoche in einem großen Teile der Erdoberfläche gleichmäßig vorherrschte. Es ist ferner zu bemerken, daß die Bildung der vielen und manchmal so sehr mächtigen Kohlenflötze

ganz gewaltige Zeiträume erfordere haben muß. Die oftmals wiederkehrende Wechsellagerung von Kohlenflötzen und Schieferthonen, Sandsteinen, ja sogar von Kohlenkalkablagerungen mit mariner Fauna kann nur durch die Annahme mehrfacher Überschwemmungen der niedrig gelegenen Lagunen und Süßwassertümpel, in welchen die Pflanzen jener Periode wuchsen, eventuell auch durch Hebungen und Senkungen der Erdoberfläche erklärt werden.

Die Braunkohlen enthalten mehr Bitumen, als die Schwarzkohlen und der Anthracit, und geben beim Zerreiben und Kritzen ein braunes Pulver. Man findet sie in der Regel nur in tertiären Ablagerungen, doch gehören auch manche Kohlenlager älterer Formationen, so die Lettenkohle des Keupers, zu den Braunkohlen. Die Braunkohlenlager unterscheiden sich ebenfalls nach ihren Aschen und ihrem Bitumengehalt, nach ihrer Textur und sonstigen Qualität von einander. So spricht man z. B. von erdiger Braunkohle, von dichter Braunkohle; von Pechbraunkohle, von bituminösem Holze, von Lignit, von Blätterkohle oder Dysodil &c.

Die Braunkohlen sind unter ähnlichen Verhältnissen wie die Steinkohlen entstanden, nur sind die Pflanzenarten, welche dieselben gebildet haben, selbstverständlich andere.

Torflager. Als heute sich noch bildende Kohlenlager können wir die Torflager ansehen, die aus noch deutlich erkennbarer Pflanzensubstanz, meist aus Sumpfmoosarten, bestehen, welche die Eigentümlichkeit besitzen, an feuchten und nassen Stellen sehr dick übereinanderzuwachsen, während die untersten Teile dieser oftmals sehr mächtigen Anhäufungen nicht verfaulen, sondern sich in die Torf genannte Substanz umwandeln.

Die Umwandlung der Pflanzen in Kohle beruht auf einer allmählichen Konzentrierung des in den Pflanzen vorhandenen Kohlenstoffes. Es sind deshalb die Schwarzkohlen überhaupt nur als ein weiteres Umwandlungsprodukt der Braunkohlen anzusehen. Ihr ursprünglicher Ablagerungs-

zustand war immer derjenige von Pflanzenteilen. Jenachdem nun die Umstände, besonders die Lagerungsverhältnisse der Schnelle der Umwandlung mehr oder minder günstig waren, sind die Pflanzenreste dieser oder jener Ablagerungsperiode in Braunkohlen, Schwarzkohlen, Anthracit oder Graphit umgewandelt worden.

Achter Abschnitt.

Absonderung, Schichtung und Lagerungsverhältnisse der Gesteine.

Absonderung.

Unter Absonderung der Gesteine versteht man ihre Zerspaltung durch Klüfte in einzelne Teile. Diese Zerspaltung wird veranlaßt durch Zusammenziehung der Gesteinsmasse bei ihrem Festwerden, oder kurz nach demselben. Dieser Umstand kann bewirkt werden entweder durch Austrocknung der feuchten Massen — man nennt diesen Vorgang beim Thone *Schwinden* —, oder durch Abkühlung (der Eruptivgesteine), welche bei allen Körpern mit Zusammenziehung, Volumenverminderung, verbunden ist und bei sehr großen Massen fast stets innere Zerklüftung bewirkt. Alle Gesteine, die große Volumina einnehmen, sind stets abgesondert und zerklüftet, aber in ungleichem Grade, daher kommt es, daß es so sehr schwierig ist, lange Säulen, sehr große Platten und dergleichen, sogenannte Monolithen, aus *einem* Stück herzustellen.

Die Art der Absonderung ist nicht bei allen Gesteinen gleich; die meisten sind nur ganz *unregelmäßig* zerklüftet, sodaß sie dadurch in kleine oder große, eckige und unregelmäßige Stücke zerfallen. Einige zeigen aber gewisse *regelmäßige* Absonderungen in *Säulen*, *Platten*, *Würfel*,

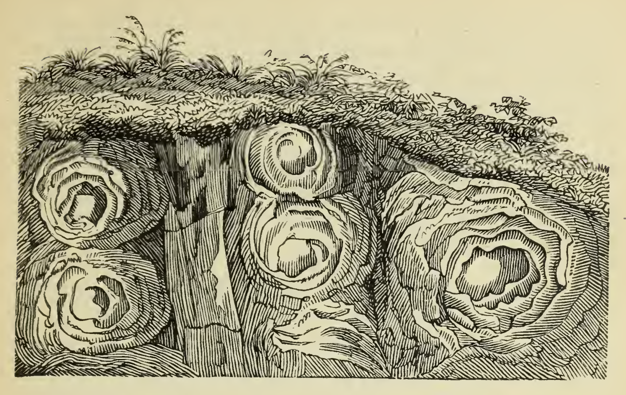


Fig. 27. Kugelige und zugleich konzentrisch schalige Absonderung am Quarzporphyr bei Teplitz in Böhmen.

Fig. 28. Säulen- und kugelförmige Absonderung an einem basaltischen Lavastrom, welcher bei Bertrich in der Eifel über Thonschiefer geflossen ist.

Parallelopipede, Kugeln ꝛc. Doch sind diese regelmäßigen Absonderungsformen der Gesteine keineswegs den Krystallen der Mineralien zu vergleichen. Sie sind im Gegenteil durchaus davon verschieden, denn weder ihre Winkel noch die Zahl der sie begrenzenden Flächen sind konstant; auch stimmt ihr inneres Gefüge nicht im Mindesten mit dem eines Krystalls überein. Es sind nur Folgen äußerer Einwirkung, nicht solche innerer Eigenschaften der Substanz.

Derartige regelmäßige Absonderungsformen zeigen sich zwar nicht bei allen, aber doch bei mehreren Gesteinen, so z. B. beim Basalt, bei Dioriten, bei Porphyren ꝛc., in der Regel jedoch nur bei solchen Gesteinen, die durch Erstarrung aus einem heißflüssigen Zustande gebildet wurden, wie die ebengenannten. Die umstehenden Abbildungen (Fig. 27 u. 28) zeigen uns zwei der häufigsten regelmäßigen Absonderungsformen, nämlich die säulenförmige und die kugelförmige Absonderung.

Die plattenförmige Absonderung kann mit Schichtung oftmals verwechselt werden, denn der Form nach sind beide sehr ähnlich, wenn auch der Entstehung nach durchaus verschieden.

Absonderung kann erst dann erfolgen, nachdem das Gestein schon vorhanden ist, frühestens während seines Festwerdens. Schichtung dagegen kann sich nur zugleich mit dem Gesteine bilden, indem sich eine Schicht des Gesteinsmaterials über die andere lagert. Die ungleiche Entstehung beider Erscheinungen läßt sich in den meisten Fällen sehr leicht erkennen, besonders dann, wenn die einzelnen Schichten aus etwas ungleichem Materiale bestehen, oder durch abweichende, dünne Zwischenlagen von einander getrennt sind, was bei der Absonderung nie der Fall ist. Zuweilen ist es aber auch nicht ganz mühelos, plattenförmige Absonderung und Schichtung von einander zu unterscheiden.

Schichtung.

Schichtung findet sich in der Regel nur bei aus Wasser abgelagerten, also bei Sedimentärgesteinen; zuweilen sind aber auch Lavaergießungen wiederholt übereinandergeflossen und dann ebenfalls geschichtet. Die Schichtung entspricht in der Regel auch der Lagerung der Gesteine, und diese sind stets in der Ebene ihrer Schichten — dem Streichen und Fallen — am weitesten verbreitet.

Streichen und Fallen. Als Streichen bezeichnet man die horizontale Erstreckung einer Schicht, als Fallen dagegen die stärkste Neigung derselben gegen den Horizont. Beide Richtungen stehen senkrecht auf einander und man ermittelt sie mit Hilfe eines eigens zu diesem Zwecke konstruierten Instrumentes, des Bergkompasses.

Schichtenreihen nennt man eine gleichförmige Aufeinanderfolge von Schichten.

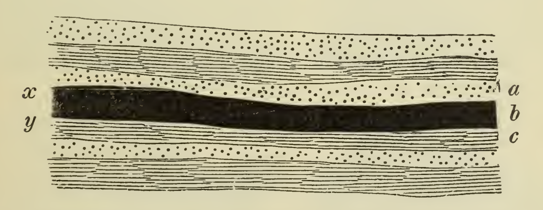


Fig. 29. Die Schicht b ist horizontal zwischen den Schichten a und c eingelagert — a ist ihr Hangendes, c ihr Liegendes, x ihre Dachfläche, y ihre Sohlfläche. Die Schichten a, b und c befinden sich in konkordanter Lagerung.

Hangendes und Liegendes. Jede Schicht hat meist gewisse Steinmassen, die auf ihr lagern, ihr Hangendes, oder auch ihr Dach genannt. Die unter der betreffenden Schicht lagernden Gesteinsmassen nennt man ihr Liegendes oder ihre Sohle. Die obere Grenze einer Schicht nennt man ihre Dachfläche, die untere ihre Sohlfläche.

Lagerungsverhältnisse der Schichten. Verschiedene Schichten liegen entweder übereinander, dann spricht man von Übereinanderlagerung, oder, wenn dieselben mit einander abwechseln, von Wechsellagerung. Liegen bei einer Übereinanderlagerung verschiedener Schichten dieselben zu einander parallel, so befinden sie sich in normaler oder gleichförmiger Lagerung, oder auch in konkordanter Lagerung (Fig. 29); laufen die Schichtflächen nicht

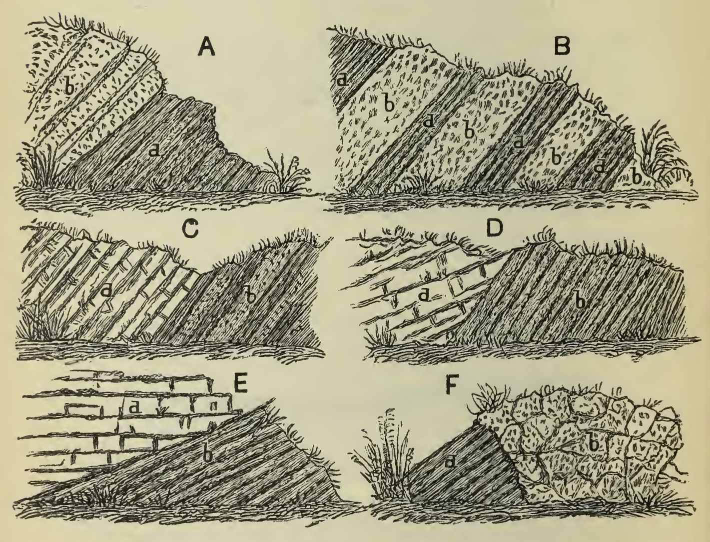


Fig. 30. Verschiedene Schichtensysteme.

parallel, so redet man von abnormer, ungleichförmiger oder auch diskordanter Lagerung. In Fig. 30 A sieht man die Schicht b die Schicht a überlagern, in Figur B die Schichten a und b in Wechsellagerung mit einander, in Fig. C die Schichten a und b in normaler Lagerung und in Fig. D die Schichten a und b in ab=

normer Lagerung. Bei abnorm gestellten Schichten spricht man von übergreifender Lagerung, wenn ein Schichtensystem über das andere hinüberreicht, Fig. E, und von abstoßender Lagerung, wenn die Schichten des einen Systems an denen des andern plötzlich mehr oder weniger senkrecht enden oder absetzen, Fig. F. Ein Schichtensystem liegt entweder horizontal oder sohlig, wie in Fig. 29, oder es liegt unter irgend einem Winkel zur Horizontalen geneigt, Fig. 30 A, B und C, oder es hat gar saigere Lagerung oder steht auf dem Kopfe, d. h. es steht senkrecht. Ist die Schicht im Verhältnis zu ihrer ursprünglichen Lagerung um mehr als 90 Grad aus ihrer frühern Stellung verschoben worden, so ist sie überkippt. Das Ende, mit welchem ein geneigtes Schichtensystem an die Erdoberfläche tritt, nennt man sein Ausgehendes.

Schichtenstörungen. Aus dem vorstehenden erhellt, daß die Schichten sich nicht immer mehr in ihrer ursprünglichen Lagerung befinden, sondern daß deren Lagerungsverhältnisse vielfach gestörte sind. Diese Schichtenstörungen werden durch zweierlei Umstände und auf zweifache Weise hervorgerufen, nämlich durch Faltungen und durch Spaltungen und Verwerfungen.

Faltungen. Die Ursachen, welche die Faltungen von Gebirgsschichten hervorrufen, sind bei Besprechung der

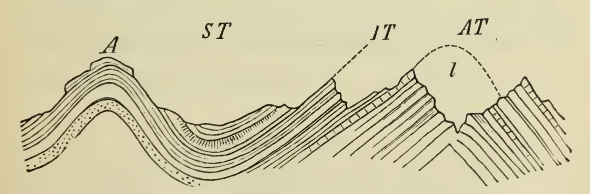


Fig. 31. A und AT Sättel — ST Mulde — l Luftsattel. Nach Heim.

Gebirgsbildung schon erwähnt worden (Seite 54—60). Was eine Schichtenfalte ist, erläutert besser als Worte die obenstehende Abbildung (Fig. 31). Ein Faltensystem besteht aus

einer Reihe von Schichtenauftreibungen und Erhöhungen, den Sätteln, A und AT in derselben Figur. Zwischen zwei solcher Sättel kommt eine Mulde zu liegen, ST in der Figur. Eine Mulde nennt man auch eine Synklinale; die Schichten fallen in einer Mulde von beiden Seiten nach einer Mittellinie hin, oder synklinal. Den Sattel kann man auch als Antiklinale bezeichnen; die Schichten fallen

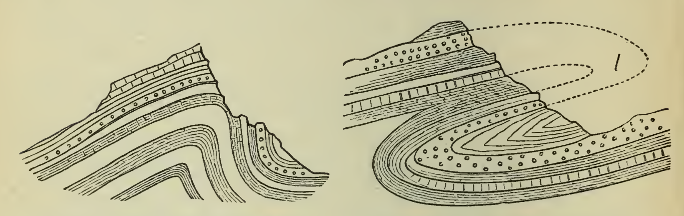


Fig. 32. Schiefe Falte. Nach Heim.

Fig. 33. Liegende Falte. Nach Heim. l Luftsattel.

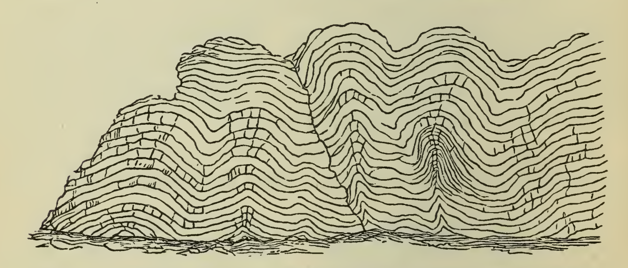


Fig. 34. Schichtenwindungen des Kieselschiefers bei Lautenthal im Harze.

auf beiden Flügeln derselben antiklinal ein. Muß man sich den Sattel durch eine Fortsetzung der Schichten in der Luft vervollständigt denken, so nennt man denselben einen Luftsattel, l in Fig. 31. Je ein Sattel und eine daran sich schließende Mulde bilden eine Falte. Man unterscheidet stehende oder symmetrische Falten, A in Fig. 31, geneigte und liegende oder überhängende Falten

(Fig. 32 und 33). Bei diesen letzteren kann die Überkippung der Schichten so weit gehen, daß die Faltenflügel fast eine horizontale Lage erhalten, ja sogar, daß der eine Flügel förmlich über den andern geschoben wird. Oftmals ist die obere Umbiegung der Sättel, der Sattelkamm, von der Denudation und der Verwitterung zerstört worden, sodaß nur noch die Faltenflügel stehen bleiben, wie wir gesehen haben, und ein mehr oder weniger entwickelter Luftsattel entsteht. Sind nun diese Faltenflügel zusammengequetscht worden, so entsteht eine eigentümliche Lagerungsform, die sogenannte fächerförmige Schichtenlagerung, die sich sehr schön z. B. in den Zentralalpen findet. Man spricht auch von sog. gewundener Faltung. Nebenstehendes Profil (Fig. 34) wird das besser noch als Worte erläutern. Ähnlich, wie diese Faltungen im großen, an Gebirgen, vor sich gehen, finden sie auch im kleinen und in geringerem Maßstabe in einzelnen Schichtenkomplexen statt, die dann geknickt und gefältelt, auch gewunden sind, wie nebenstehende Abbildung (Fig. 34) zeigt.

Spaltenbildung und Verwerfung. Diese Vorgänge stehen meist, wenn auch nicht immer, mit der Faltung in

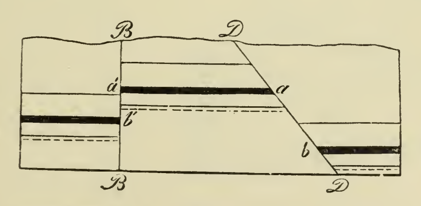


Fig. 35. Verwerfungen. B vertikale, D geneigte Verwerfungsspalte — a b und a′ b′ Sprunghöhe.

engstem Zusammenhange. Unter Verwerfung versteht man die Verschiebung zweier Schichten in der Weise, daß die von einer Spalte durchschnittenen Schichten auf einer

Seite derselben gehoben oder gesenkt, oder auch seitlich gehoben sind, sodaß nun ihre Fortsetzungen nicht mehr aneinanderpassen. Eine solche Spalte nennt man eine

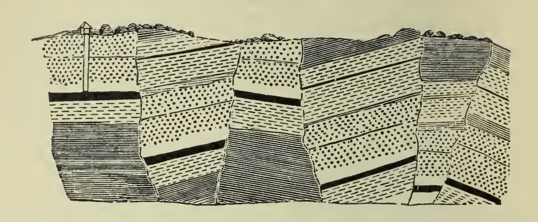


Fig. 36. Vielfach zerstückelte und verworfene Schichten der Steinkohlenformation von Auckland in Durham.

Dislokations- oder Verwerfungsspalte, auch Sprungkluft. Die Größe der stattgehabten Niveauveränderung nennt man die Sprunghöhe. Diese Sprunghöhe variiert sehr. Man kennt Verwerfungen von nur wenigen und solche von vielen hunderten von Metern. Eine solche Verwerfungsspalte ist entweder eine vertikale, oder eine geneigte (Figur 35). Eine Gegend ist oftmals von einer ganzen Reihe von Verwerfungsspalten durchschnitten, die dann entweder einander parallel verlaufen oder sich unter den verschiedensten Winkeln kreuzen und schneiden (siehe Fig. 36). Laufen diese Verwerfungsspalten parallel mit einander, so entstehen sogenannte treppenförmige Verwerfungen (Fig. 37), oder es finden Überschiebungen

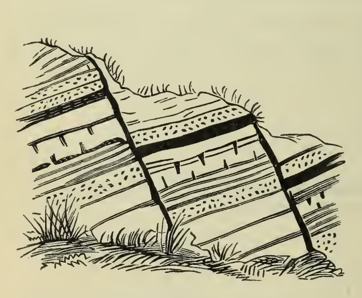
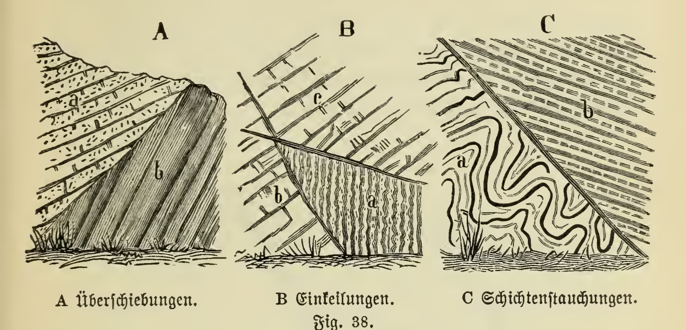


Fig. 37. Treppenförmige Verwerfungen.

statt, wobei man noch die Mitwirkung eines lateralen Druckes annehmen muß (Fig. 38 A), oder Einkeilungen



A Überschiebungen. B Einkeilungen. C Schichtenstauchungen.
Fig. 38.

(Fig. 38 B), auch Schichtenstauchungen (Fig. 38 C) können dadurch entstehen.

Lagerungsverhältnisse der Eruptivgesteine.

Die Formen, in welchen die massigen Gesteine in der festen Erdkruste auftreten, sind von sehr verschiedener Gestalt. Man findet sie in Gängen, in Stöcken, in Kuppen, in Strömen, in Decken, in Lagern ꝛc.

Gänge. Unter einem Gange versteht man die Ausfüllung einer Spalte. Die Gebirgsmasse, welche einen Gang einschließt, nennt man das Nebengestein des Ganges, und zwar, wenn der Gang keine senkrechte Spalte ausfüllt, das darüber Liegende das Hangende, das unten Liegende das Liegende. Die Kontaktfläche zwischen dem Gange und dem Nebengestein nennt man das Salband. Diejenigen Spaltenausfüllungen, welche der Schieferung oder Schichtung des Nebengesteins parallel laufen, nennt man Lagergänge, weil sie Lagern sehr ähnlich sind; diejenigen dagegen, welche auf der Grenze zweier ungleichen Gesteine verlaufen,

Kontaktgänge; alle übrigen, welche Gesteine nach verschiedenen Richtungen durchsetzen, sind überhaupt Gänge. Gabelt sich ein Gang in mehrere größere oder kleinere Äste, so zertrümert er sich. Solche vom Hauptgange ausgehende Gangtrümer oder Nebengänge nennt man Apophysen. Untenstehende Abbildung (Fig. 39) soll das Vorkommen von Gängen erläutern.

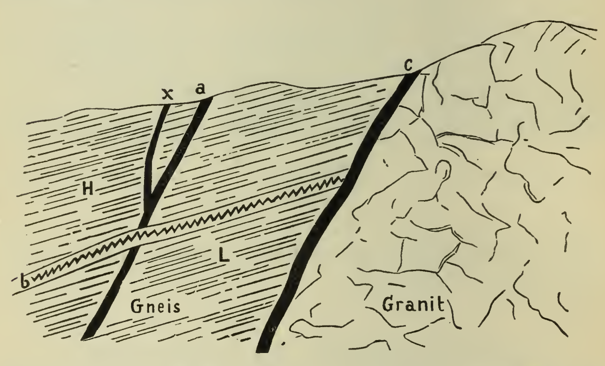


Fig. 39. a ist ein gewöhnlicher Gang; b ein Lagergang, der der Schieferung des einschließenden Gneises parallel streicht und fällt; c ein Kontaktgang an der Grenze zwischen Gneis und Granit; x ein Ausläufer oder hangendes Trum des Ganges a; H ist das Hangende für die Gänge a und b; L ist das Liegende für die Gänge a und b.

Stöcke nennt man Gesteinsbildungen von ganz unregelmäßiger Form, aber mit meist scharfen Umgrenzungen. Bei Erzlagerstätten besonders unterscheidet man stehende und liegende Stöcke; erstere durchschneiden die Schichtung, letztere (Lagerstöcke) laufen der Schichtung des Nebengesteins meist parallel.

Kuppen sind isolierte kegel- oder glockenförmige Aufstauungen eruptiven Gesteinsmaterials, deren jetzt verstopfte Eruptivkanäle Gänge und gangförmige Stöcke sind (Credner). Es sind meist Phonolithe, Trachyte und Basalte, welche solche Kuppen bilden. Auch können Kuppen aus Decken

entstehen infolge von Erosionswirkungen des Wassers. Nach Beyer sind sogar die allermeisten Kuppen auf solche Weise entstanden.

Ströme sind erstarrte ursprünglich glutflüssige Gesteinsmassen, welche nach ihrer Eruption und von ihrem Eruptionspunkte aus sich nach abwärts, meist auf steil geneigtem Untergrunde, bewegt haben. Hierher gehören die rezenten Lavaströme, die oft großes Unheil anrichten, die Basaltströme der Tertiärzeit 2c.

Decken. So nennt man eruptives Gesteinsmaterial, das durch Gänge an die Erdoberfläche hervortrat und sich hier wie eine Decke über die durchbrochenen Gesteinsschichten gelagert hat. Solche Decken besitzen oft beträchtliche Ausdehnung. Ein Stock oder auch eine kleinere Decke, die nicht bis zur Erdoberfläche empordrangen, sondern zwischen anderen Gesteinsschichten eingeschlossen geblieben sind, nennt man Laccolithe. Solche Laccolithe senden manchmal in das Nebengestein Apophysen aus. Viele heute als Decken und Stöcke erscheinende Eruptivgesteine mögen ehemals Laccolithe gewesen und erst durch Denudation zu Decken und Stöcken geworden sein. Sind solche Decken in späteren

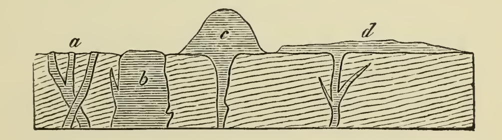


Fig. 40. a Gänge; b Stock; c Kuppe; d Decke.

Perioden von sedimentären Gesteinen bedeckt worden, so wurden sie zu Lagern. Sie sind also stets älter, als die sie überlagernden Sedimentärschichten. Die obenstehende Abbildung (Fig. 40) mag die hier erläuterten Lagerungsformen der massigen Gesteine noch verständlicher machen.

Neunter Abschnitt.

Die Sedimentärbildungen.

Unter einer sedimentären Bildung versteht man eine Anzahl durch Wasser abgelagerter Gesteinsschichten, welche unter ganz oder ziemlich gleich bleibenden Umständen in einer und derselben geologischen Periode übereinander abgelagert worden sind Die Sedimentärbildungen liegen in der Hauptsache nach ihrem Alter geordnet schichtweise über einander.

Das Alter der Sedimentärbildungen läßt sich, soweit es sich um deren absolutes Alter handelt, nicht bestimmen. Unter absolutem Alter verstehen wir das Alter nach einem bestimmten Zeitmaße von Jahren ausgedrückt. Wohl aber spricht man vom relativen Alter der einzelnen Bildungen. Man versteht darunter das gegenseitige Altersverhältnis zweier Bildungen, das gegenseitige Älter- oder Jüngersein derselben. Das relative Alter der Sedimentärbildungen läßt sich durch deren Übereinanderlagerung, dann aber auch durch die darin enthaltenen Fossilien, d. h. Überreste von organischen Körpern, bestimmen.

Die Übereinanderlagerung entscheidet insofern über das relative Alter zweier Sedimentärbildungen, als da, wo aus Wasser abgelagerte geschichtete Gesteine sich noch in ihrer ursprünglichen gegenseitigen Lage, der sogenannten Lagerung, befinden, allemal die untersten Gesteinsschichten älter sein müssen, als die darüber liegenden. Durch ihre Lagerungsreihe kann man daher ihre Altersreihe bestimmen. Dies gilt selbstverständlich nur für die horizontal gelagerten Schichten, denn da, wo diese Schichten durch steile Aufrichtungen, Biegungen, Zersprengungen und Verwerfungen in ihrer ursprünglichen Lagerung gestört

sind, können Täuschungen über deren relatives Alter dadurch veranlaßt werden. In einem solchen Falle muß man die in den betreffenden Schichten enthaltenen Fossilien zu Rate ziehen. Man hat nämlich gefunden, daß die ungleich alten Gesteinsablagerungen stets ungleiche, die gleich alten dagegen ziemlich gleiche Arten von Fossilien enthalten. Nachdem man nun durch Erfahrung die Fossilien der verschiedenen über einander liegenden Gesteinsbildungen oder Formationen kennen gelernt hat, läßt sich aus ihnen auch umgekehrt das relative Alter der Sedimentärbildungen bestimmen, selbst dann, wenn ihre Lagerung undeutlich oder sehr gestört ist. Allerdings sind Fossilien der gleichalterigen Gesteinsablagerungen nicht immer ganz gleich, was daher kommt, daß es von Anfang an Wasser- und Landbildungen, Süßwasser- und Meereswasserablagerungen, seichte und tiefe Meere gab. Man kann in den meisten Fällen erkennen, unter welchen Umständen die Bildung einer Fossilien einschließenden Gesteinsschicht erfolgte. Ja, man kann sogar unter den Fossilien die Bewohner der Tiefsee von denjenigen der felsigen oder schlammigen Meeresküsten unterscheiden und selbstverständlich auch die Meertiere von den Süßwasser- oder gar von den Landtieren.

Facies. Gleichalterige, aber unter verschiedenen Umständen erfolgte Gesteinsablagerungen hat man Facies benannt. Man spricht also z. B. von einer Tiefseefacies oder von einer Süßwasserfacies dieser oder jener sedimentären Bildung.

Die klimatischen Verhältnisse der Erdoberfläche in den verschiedenen geologischen Zeiträumen sind, wie man aus den Fossilien schließen kann, nicht immer dieselben gewesen, wie in der Jetztzeit. Die Mitteltemperatur in den älteren geologischen Perioden muß wohl eine höhere und eine überall gleichmäßigere gewesen sein, als jetzt. Das geht schon daraus hervor, daß sich in der Verteilung der Tier- und Pflanzenspezies in diesen Perioden keine so deutlichen klimatischen Zonenunterschiede

erkennen lassen, wie sie jetzt bestehen. Man bemerkt z. B. keinen konstanten Unterschied wie jetzt zwischen den nahe am Äquator oder gegen den die Pole hin fossil gefundenen Arten und in den nördlichsten Breiten findet man Formen, wie solche jetzt für die Tropenländer charakteristisch sind. Diese höhere Temperatur scheint erst ganz allmählich aufgehört zu haben, denn in den neueren Ablagerungen zeigen sich schon Zonenunterschiede in der Verteilung der Tier- und Pflanzenreste; nur in den älteren verschwinden dieselben mit dem höhern Alter mehr und mehr. Diese allmähliche Temperaturabnahme muß man sich durch sehr langsame Abkühlung des Erdkörpers aus einem zuerst heißflüssigen Zustande ꝛc. erklären.

Einteilung der Sedimentärgesteine.

Die Sedimentärgesteine werden eingeteilt nach folgenden, von den speziellsten zu immer allgemeineren aufsteigenden Abstufungen: Schichten, Schichtengruppen oder Formationsglieder, Formationen oder Systeme und Formationsgruppen oder Aeren, welche meist noch besondere Benennungen erhalten haben. Diese räumlichen Abteilungen lassen sich zugleich als Vertreter bestimmter ungleicher Zeiträume betrachten.

Die Schicht hat die kleinste, am wenigsten umfassende Bedeutung; sie ist das Resultat des kürzesten geologischen Zeitabschnittes. Die Schichtengruppe oder das Formationsglied nennt man eine unbestimmte Anzahl innig mit einander verbundener und ihrem Inhalte nach nahe übereinstimmender Schichten. Unter Formation oder System versteht man eine unbestimmte Anzahl zusammengehöriger Schichten oder Schichtengruppen, aus deren Natur und Lagerung hervorgeht, daß sie alle unter ähnlichen Umständen, ohne Unterbrechung, nach einander abgelagert worden sind. Unter einer Formationsgruppe oder einer Aera endlich begreift man eine Anzahl geographisch

und geologisch mit einander verbundener und zusammengehöriger Formationen oder Systeme, die aber nicht ohne Unterbrechung und unter ganz gleichen Umständen gebildet sind, d. h. es können in einer solchen Gruppe z. B. Süßwasser- und Meeresablagerungen mit einander verbunden sein.

Einteilung der Bildungszeiträume.

Man teilt dieselben von den ältesten zu den immer jüngeren vorschreitend wie folgt ein:

1) Archäische Formationsgruppe oder Aera.
2) Paläozoische Formationsgruppe oder Aera.
3) Mesozoische Formationsgruppe oder Aera.
4) Känozoische Formationsgruppe oder Aera.

Die Ablagerungen dieser verschiedenen Zeiträume oder Perioden liegen nicht überall übereinander und in ihrer Reihe sind oft große Lücken vorhanden. Es fehlen sogar in manchen Gegenden alle deutlich sedimentären Gesteine und die Oberfläche besteht nur aus metamorphischen oder eruptiven Gesteinen. Auch finden sich die neueren Ablagerungen nicht immer in den höheren und die älteren in den tieferen Gegenden unserer Erde. Sehr oft findet man gerade umgekehrt die ältesten Ablagerungen in den höchsten Gebirgsgegenden, die jüngsten dagegen in den Niederungen. Es ist dies eine Folge der vielfachen Erhebungen und zuweilen auch Senkungen, welche die feste Erdkruste lokal erlitten hat und zuweilen noch erleidet.

Die petrographische Beschaffenheit der Ablagerungen der verschiedenen Altersperioden. Die Gesteine der Ablagerungen verschiedener Altersperioden sind nicht konstant verschieden und die gleich alten sind nicht immer unter sich gleich. Man kann überhaupt im allgemeinen das Alter der Ablagerungen aus der Natur ihrer Gesteine nicht erkennen. In den neuesten wie in den ältesten Ablagerungen finden sich zuweilen ganz gleiche, und in gleich

alten Ablagerungen verschiedener Gegenden sehr ungleiche Gesteine vor. Auch in seiner petrographischen Beschaffenheit äußert sich bei einem Formationsgliede oftmals die Art und Weise seiner Entstehung, d. h. ob dasselbe eine Meeres- oder eine Süßwasserbildung, eine Ablagerung des Seichtwassers oder der Tiefsee ist (siehe hier den Begriff „Facies“ Seite 109).

Die Gesteinsbeschaffenheit kann aber nichtsdestoweniger in Gegenden, welche in dieser Beziehung bekannt sind, zur Altersbestimmung der Ablagerungen benützt werden, da innerhalb bestimmt zusammengehöriger Ablagerungsgebiete die Aufeinanderfolge der Schichten in ihrer mineralischen Natur sich oft über sehr große Strecken gleich bleibt, so daß man das relative Alter jeder einzelnen Schicht zuweilen aus ihrem mineralischen Zustande erkennen kann. Auch bestehen in mineralischer Hinsicht im allgemeinen bedeutende Unterschiede zwischen den älteren und den neueren Ablagerungen.

Die Alterseinteilung der einzelnen Formationen oder Perioden.

Archäische Formationsgruppe oder Aera.
- Urgebirgsformation oder Urgebirgssystem.

Paläozoische Formationsgruppe oder Aera.
- Cambrische Formation oder cambrisches System.
- Silurformation oder silurisches System.
- Devonformation oder devonisches System.
- Steinkohlenformation oder carbonisches System.
- Dyasformation oder permisches System.

Mesozoische Formationsgruppe oder Aera.
- Triasformation oder triassisches System.
- Juraformation oder jurassisches System.
- Kreideformation oder cretaceisches System.

Känozoische Formationsgruppe oder Aera.
- Tertiärformation oder tertiäres System.
- Quartärformation oder quartäres System.

Die Zeiträume, denen diese Abteilungen entsprechen, sind von sehr ungleicher Größe.

Die Trennung dieser Abteilungen beruht auf der thatsächlichen Verschiedenheit der Ablagerungen nach ihrer Zusammensetzung, Verbreitung und den darin enthaltenen Fossilien in den bis jetzt geologisch am besten bekannten Erdgegenden.

Die Ausbreitung der einzelnen Formationen über die ganze Erdoberfläche ist eine sehr ungleiche. Sie sind alle auf mehr oder weniger große Verbreitungsgebiete beschränkt; darüber hinaus, in anderen Gebieten, sind sie aber zuweilen durch gleich alte Ablagerungen von anderer Beschaffenheit, sogen. Parallelformationen oder Äquivalente, vertreten, denen man, wo das nachweisbar ist, dann allerdings trotz ihrer Verschiedenheit dieselben, zuweilen aber auch neue Namen zu geben pflegt.

Die Benennung der einzelnen Abteilungen beruht auf sehr verschiedenen Umständen, z. B. auf petrographischen Zuständen in gewissen Normalgegenden. So spricht man von der Kreideformation, von der Buntsandsteinformation. Sodann beruhen diese Namen auch auf Lokalitäten, in denen die Selbständigkeit der betreffenden Formation zuerst erkannt wurde, so z. B. die Juraformation, oder auf vulgären Bezeichnungen, wie z. B. Keuper, eine Unterabteilung des triassischen Systems, oder auf Ansichten über ihre Bildungsweise, wie Diluvialformation oder Diluvium, zum Quartär gehörig. Die Benennungen der Unterabteilungen des tertiären Systems, als Eocän, Oligocän, Miocän und Pliocän, bezeichnen auch wohl ohne weiteres eine Zeiteinteilung, und sind dann ganz unabhängig von der besondern lokalen Zusammensetzung.

Zehnter Abschnitt.

Die Fossilien oder Versteinerungen.

Die Fossilien oder Versteinerungen sind Überreste oder Spuren von Tieren und Pflanzen, welche in den sedimentären Gesteinen gefunden werden und zu derjenigen Zeit gelebt haben, in welcher die betreffenden Sedimente abgesetzt worden sind.

Erhaltungszustand der Fossilien. Die Fossilien sind sehr verschiedenartig erhalten. Man findet gewöhnlich nur die festeren Teile von Tieren oder Pflanzen in fossilem Zustande; von den Pflanzen meist die Stämme, die Zweige und Blätter, seltener dagegen die Blüten und die fleischigen Früchte, von den Tieren die Knochen und Zähne, die Schuppen und die kalkigen Schalen und Gehäuse, doch kommen, besonders in Ablagerungen, die in ruhigen Gewässern niedergeschlagen worden sind, Fossilien vor, welche uns die feinsten und zartesten Teile der betreffenden Tiere oder Pflanzen noch erkennen lassen. Sehr häufig findet man nur den Ausguß der inneren Hohlräume gewisser Organismen, die sogenannten Steinkerne, oder nur die Abdrücke von Tieren und Pflanzen, ja sogar nur ihre Spuren und Fährten. Die Fossilien sind nicht immer leicht zu erkennen, denn sie sind vielfach schlecht erhalten, zerdrückt, überhaupt unkenntlich und nur mit großer Mühe noch bestimmbar geworden.

Verschiedenheit der Fossilien. Die Fossilien der ungleich alten Ablagerungen sind stets von einander verschieden, weil, wie das nachher weiter ausgeführt werden wird, das organische Leben auf der Erdoberfläche von Anfang an stets fortschreitend sich verändert und immer höher entwickelt hat. Desgleichen kommt es oftmals vor, daß die Fossilien der gleich alten Ablagerungen nicht stets

ganz gleich sind, und zwar, weil es, wie schon erwähnt worden ist, von Anfang an Wasser und Land, Süßwasser und Meereswasser, seichte und tiefe Meeresstrecken auf der Erde gab, und weil von Anfang an die einzelnen Tier- und Pflanzenspezies zumteil danach auf bestimmte Verbreitungsgebiete beschränkt waren.

Leitfossilien oder Leitmuscheln nennt man für die einzelnen Formationen oder Formationsglieder ganz besonders charakteristische fossile Überreste. So sind z. B. die echten Ammoniten die Leitfossilien für die Ablagerungen der mesozoischen Zeit, einzelne Ammonitenfamilien wiederum die Leitfossilien für die einzelnen Etagen der Juraformation und gewisse Ammonitenspezies schließlich die Leitfossilien für die einzelnen Schichten dieser Etagen.

Die Übereinstimmung der fossilen Organismen mit den heute noch lebenden. Die heute lebende Tier- und Pflanzenwelt stimmt nur zumteil mit den fossilen Tier- und Pflanzenarten überein. In den meisten Fällen weichen die heute lebenden Organismen von den fossilen ab; dann spricht man von ausgestorbenen Formen. Diese Abweichung ist um so größer, als die Ablagerungen, aus welchen die in Frage kommenden Fossilien stammen, älter sind, so daß man mit der jetzigen organischen Welt übereinstimmende Formen nur in den neueren oder jüngeren Ablagerungen findet. Die Verschiedenheit zwischen den ausgestorbenen Formen und den jetzigen ist manchmal so groß, daß man dieselben in den lebend bekannten Geschlechtern und Familien nicht hat unterbringen können und deshalb gezwungen war, für dieselben ganz neue Abteilungen zu machen. Es haben in den ältesten geologischen Perioden die am höchsten organisierten Tiere und Pflanzen, z. B. alle Säugetiere und die angiospermen Dikotyledonen, ganz gefehlt und es läßt sich daraus schließen, daß das organische Leben auf der Erdoberfläche sich allmählich von den niedersten, einfachsten Formen zu immer höher organisierten, mannigfaltigeren und vollkommeneren entwickelt habe.

Die Entwickelung der organischen Welt in den geologischen Perioden ist also der Erfahrung gemäß eine stetig fortschreitende gewesen, derart, daß immer neue, immer mehr und in der Regel immer vollkommener organisierte Arten und Geschlechter an die Stelle der allmählich aussterbenden getreten sind, so daß sich die belebte Welt unausgesetzt verändert hat, ähnlich wie sich die gleichzeitig lebenden Individuen irgend einer Spezies unausgesetzt ändern. Die gleichzeitig lebenden Arten waren deshalb in jeder geologischen Periode etwas anders, und nachdem man ihre Aufeinanderfolge durch Beobachtung erkannt hat, kann man mit Hilfe dieser Erfahrungen aus den in irgend einer Ablagerung zusammen vorkommenden Fossilien das relative Alter derselben erkennen. Die Änderungen der organischen Schöpfung sind — wofür alle Erfahrungen sprechen — nur stets allmählich eingetreten, und zwar derart, daß in keiner Periode die ganze organische Bevölkerung durch eine Katastrophe vernichtet und dann eine neue an deren Stelle getreten wäre, wie denn überhaupt in der ganzen Entwickelungsgeschichte unseres Erdkörpers wahrscheinlich zu keiner Zeit plötzliche, ganz allgemeine Änderungen eingetreten sind (die Katastrophentheorie der früheren Geologen), sondern stets nur allmähliche oder nur lokal plötzliche (die Aktualitätstheorie, vom englischen Geologen Lyell begründet). Zuerst treten die nieder organisierten Tiere auf, Foraminiferen, Schwämme, die Korallentiere, die Mollusken, Krustaceen und Fische, die Kryptogamen und die Koniferen, meist nur Typen, die gänzlich ausgestorben sind. Daran schließen sich die Reptilien, die Cycadeen und Palmen, dann kommen die Vögel, einige Säugetiere und phanerogame Pflanzen zum Vorschein, wie z. B. die Laubhölzer, und erst zuletzt erscheinen die Affen und der Mensch.

Elfter Abschnitt.

Die archäische Formationsgruppe oder die archäische Aera.

Die Urgebirgsformation oder das Urgebirgssystem.

Die Urgebirgsformation besteht aus Gneisen der verschiedensten Varietäten, so aus Glimmergneisen, Hornblendegneisen, Chloritgneisen, Talkgneisen ꝛc. Besonders die Glimmergneise besitzen große Verbreitung. Führen dieselben Magnesiaglimmer, so spricht man von grauen, führen sie dagegen Muscovit, so redet man von roten Gneisen. Neben den Gneisen nehmen an dem Aufbau des Urgebirgssystems besonders teil die Glimmerschiefer und die Phyllite, letztere als echte Thonglimmerschiefer oder auch als Thonschiefer. In mehr untergeordneter Weise finden sich Quarzite, Sandsteine ꝛc. Hervorzuheben sind die meist linsenförmigen Einlagerungen von körnigem Kalk, von sogenanntem Urgebirgskalk in den Gesteinen der Urgebirgsformation. Dergleichen Linsen wechseln sehr in ihren Dimensionen; man kennt solche von nur wenigen Centimeter Durchmesser und wiederum andere, welche eine Längenausdehnung von über hundert Meter besitzen. An der Berührungsstelle dieser Kalklinsen mit den sie umschließenden krystallinen Schiefern treten vielfach Kalksilikate in größerer Menge auf, Granat, Vesuvian, Titanit ꝛc., Kontaktmineralien, wovon schon früher die Rede war. In diesen Kalklinsen kommt auch das eigentümliche, früher für eine riesige Foraminifere angesehene Gebilde vor, das Eozoon canadense, dessen anorganische Natur heute angezweifelt wird. Der Quarzit bildet ebenfalls mächtige Einlagerungen

im Urgebirge; als Beispiel dafür nennen wir den bekannten „Pfahl“ im ostbayerischen Grenzgebirge, nach neuerer Ansicht ein Gang. Die Urgebirgsformation ist fossilfrei; zweifellose Spuren organischer Überreste sind bis zum heutigen Tage noch nicht darin nachgewiesen worden.

Als wichtigste Eruptivgesteine des Urgebirgsystems zählen wir Granite, Syenite, Diorite, Gabbros auf. Olivinfelse und Serpentine müssen ebenfalls noch erwähnt werden.

Nutzbare Mineralien der Urgebirgsformation. Die Gesteinsreihe der Urgebirge zeichnet sich vor derjenigen aller anderen Systeme durch ihren Reichtum an solchen aus. So findet sich darin der Graphit, zumteil fein verteilt im Gneis, zumteil förmliche Lager in diesem Gestein bildend; man kennt ferner Silber-, Kupfer-, Zinn-, Eisenerze, auch Bleierzlagerstätten (Pzibram in Böhmen), in großer Zahl; das Vorkommen von Gold, Platin, von den verschiedensten Edelsteinen (Diamant im Itakolumit) ist besonders an das Urgebirge gebunden.

Die Mächtigkeit des Urgebirgs ist eine gewaltige und soll an etlichen Stellen unserer Erde an 30 000 Meter betragen.

Die Lagerungsverhältnisse des Urgebirges sind sehr verschieden. Nur in seltenen Fällen sind die Schichtenreihen dieser Formation noch horizontal gelagert; meistenteils sind dieselben mehr oder weniger gefaltet, aufgerichtet, oder auch sie befinden sich in fächerförmiger Stellung, wie z. B. im Zentralmassiv der Alpen.

Die Verbreitung des Urgebirgsystems ist eine sehr allgemeine, sie tritt allenthalben auf Erden zu Tage; größere zu demselben gehörige Komplexe findet man in Deutschland: im Erzgebirge, im Böhmerwald, im Fichtelgebirge, in den Lausitzer Bergen, dem Riesengebirge, in den Sudeten, dem Spessart, Taunus, Odenwald, Schwarzwald, in den Vogesen.

In größerer Ausdehnung tritt das Urgebirge ferner zu Tage in den Zentralalpen, in den skandinavischen Ländern, in Schottland, in Nord- und in Südamerika (Kanada, Anden, Brasilien), in Asien (China, Japan, Indien), in Afrika und in den nordarktischen Regionen (Grönland).

Über die Entstehung der Gesteine des Urgebirges ist schon auf Seite 83—85 das Nötige gesagt worden.

Zwölfter Abschnitt.

Die paläozoische Formationsgruppe oder Aera.

Die cambrische Formation oder das cambrische System.

Das cambrische System, dessen Name von einer alten Bezeichnung der Grafschaft Wales „Cambria" abgeleitet worden ist, woselbst man diese Formation in ihrer Entwickelung zuerst erkannt hat, bildet eine stellenweise an 3000 Meter mächtige Schichtenreihe, die, was ihren petrographischen Charakter betrifft, noch stark krystallinisch ausgebildet ist und vorherrschend thonige und quarzitische, zumteil auch conglomeratartige Ablagerungen, Thonschiefer, Grauwacken und sogenannte „Grundkonglomerate", auch Sandstein, sogar Thon, kalkige Sedimente dagegen nur in untergeordneter Weise umfaßt.

Die organischen Einschlüsse der cambrischen Schichtenreihe. In den untersten Schichten der cambrischen Formation treten die ersten unzweideutigen Spuren des organischen Lebens auf Erden auf. Mit dem ersten Erscheinen desselben beginnt die

paläozoische Aera, hier liegt also die Grenze zwischen der archäischen und der paläozoischen Formationsgruppe, die sich möglicherweise im Laufe der Zeit und bei unserer zunehmenden Kenntnis von den Gesteinen unserer Erde weiter nach unten zu verschieben wird, falls es gelingen sollte, in noch tieferen Schichten zweifellose organische Überreste zu finden. Eine anderweitige Abgrenzung zwischen den archäischen und den cambrischen Schichten ist nicht möglich, denn vielerorts, wo das Cambrium mit thonigen Gebirgsgliedern beginnt, im Fichtelgebirge, in Böhmen &c., ist dasselbe gleichförmig dem Urgebirge aufgelagert und entwickelt sich allmählich aus diesem heraus.

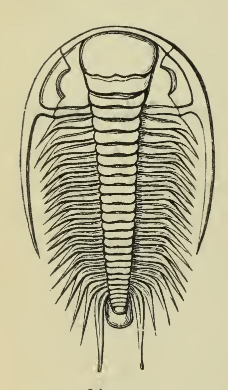


Fig. 41.
Paradoxides bohemicus, *Barr.*

Die Flora der cambrischen Schichtenreihe ist eine äußerst spärliche. Gebilde von mehr oder weniger zweifelhafter Natur, als Eophyton, Nereites, Cruziana (zumteil nach neuerer Ansicht Kriechspuren von Würmern &c.), Oldhamia (vielleicht ein hydrozoenartiges Tier), treten oft in größerer Menge auf.

Die Fauna des Cambriums ist eine verhältnismäßig arme. Wichtig sind besonders die Brachiopoden (Lingula, Lingulella, Obolus, Obolella, Acrotreta) und die Trilobiten (Agnostus, Ellipsocephalus, Conocephalus, Olenus, Paradoxides, Fig. 41, Parabolina), sowie einige Graptolithen (Bryograptus, Dictyonema). Alle übrigen Tierformen sind entweder nur sehr spärlich oder gar nicht im Cambrium vertreten.

Gliederung der cambrischen Schichtenreihe.

Obere Stufe: Olenus-Schichten { Bryograptus- und Dictyonema-Schichten mit Parabolina spinosa.

Mittlere Stufe: Paradoxides-Schichten, mit P. Tessini, P. bohemicus, Conocephalus, Ellipsocephalus, Agnostus cambrensis etc.

Untere Stufe: Aurora-Schichten, mit P. aurora, Lingulella ferruginea.

Verbreitung und Lagerungsverhältnisse der cambrischen Sedimente. Die Ablagerungen des Cambrium sind über die ganze Erde zerstreut und schließen sich zumteil enge an die Schichten der archäischen Formationsgruppe an, wie wir weiter oben sahen. Nur wenn die ersteren mit konglomeratartigen oder grobkörnigen ähnlichen Trümmergesteinen beginnen (Schottland, Norwegen, Schweden rc.), tritt meist eine abweichende, oftmals über die archäischen Schichten übergreifende Lagerung ein. Die ursprüngliche Lagerung der cambrischen Sedimente ist, wie diejenige des Urgebirges, stark gestört, gefaltet, zerklüftet und verworfen.

In Deutschland kennt man wohl hierhergehörige Bildungen in Thüringen und im Fichtelgebirge. Von weiteren europäischen Ländern, woselbst das Cambrium entwickelt ist, nennen wir Skandinavien, das Ostbalticum (Ungulitensandstein, blauer Thon von Reval), Böhmen (hier besonders stark die mittlere Stufe, die „Primordialschichten“), England (Wales), Frankreich (Ardennen), Italien (Sardinien).

Außereuropäische Vorkommnisse des cambrischen Systems sind besonders bekannt geworden aus Nordamerika (Kanada, Oststaaten der Union, so Pennsylvanien, Vermont, Ohio rc., Neufundland, Neuschottland, Neubraunschweig, bis in die Nordpolarregionen, als Grinnell-Land unter 80° n. Br., Rocky-Mountains, Nevada rc.

Eruptivgesteine und Mineralreichtum der cambrischen Formation.

Granite, Quarzporphyre, Diabase und melaphyrartige Gesteine sind die wichtigsten Eruptivgesteine der cambrischen Schichtenreihe. Hervorzuheben ist das berühmte Kupfervorkommen auf der Halbinsel Keweenaw am Lake Superior, deren westliche Hälfte aus Melaphyren, kupferführenden Diabasmandelsteinen, Konglomeraten und Sandsteinen aufgebaut ist und im rechten Winkel zu ihrer Längserstreckung von zahlreichen Gängen durchsetzt wird, die eine Mächtigkeit von wenigen cm bis zu 10 m aufweisen, auf welchen neben den Gangarten Calcit, Prehnit und Quarz gediegen Kupfer in bis zu 15000 Ctr. schweren Massen sich findet.

Die Silurformation oder das silurische System.

Das silurische System wird zusammengesetzt von Thonschiefern, Sandsteinen, Grauwacken und Kalksteinen, von letztere nnur in untergeordneter Weise, ferner von Dolomiten, Alaunschiefer, Quarziten, Kieselschiefern. Auch diese letztgenannten Gesteine treten nur in untergeordneter und lokaler Ausbildung auf.

Die Silurformation ist eine marine Bildung und von bedeutender Mächtigkeit.

Die Flora und die Fauna der Silurformation.

Während die Flora noch ziemlich arm ist — im amerikanischen Untersilur (Cincinnati-Kalk) treten die ersten Landpflanzen auf, Psilophyton gracillimum und Sphenophyllum primaevum —, weist die Fauna schon einen beträchtlichen Reichtum an Formen auf, so Schwämme Astylospongia (Fig. 42) und Aulocopium, Korallen, Aulopora, Syringopora, Halysites (Fig. 43), Calamopora, Cyathaxonia etc., Hydrozoen, die Graptolithen (Fig. 44), Echinodermen, u. z. Cystideen, als Echinosphaerites (Fig. 45), Caryocystites, Crinoideen, die ihre Hauptentwicklung im Silur erreichen,



Fig. 42. Astylospongia praemorsa, *Roemer*.

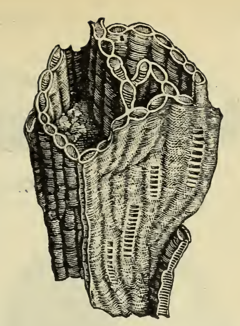


Fig. 43. Halysites catenularia, *Linn*.

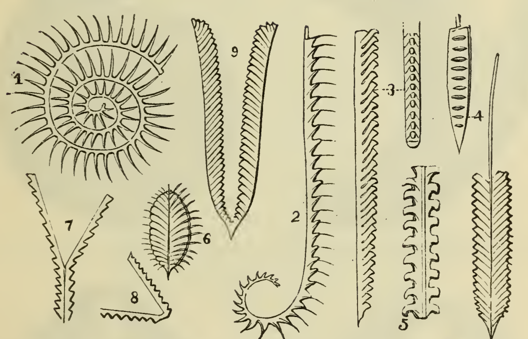


Fig. 44. Diverse Graptolithen aus der cambrischen und der Silurformation.

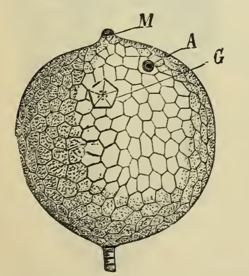


Fig. 45. Echinosphaerites aurantium, *His. sp.*

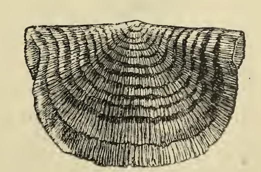


Fig. 46. Strophomena depressa, *Sow*.

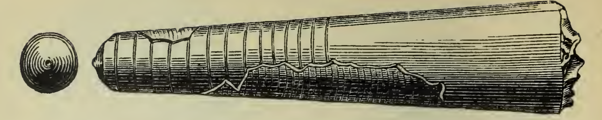


Fig. 47. **Orthoceras timidum,** *Barr.*

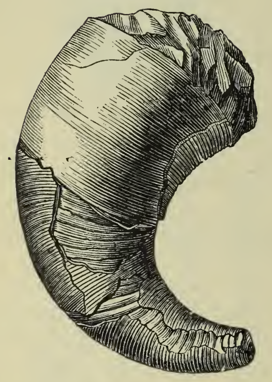


Fig. 48. Cyrtoceras Murchisoni, *Barr.*

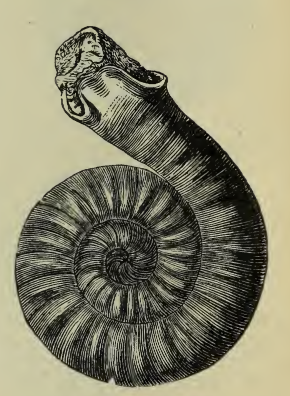


Fig. 49. Lituites simplex, *Sow.*

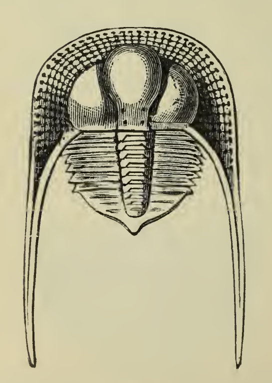


Fig. 50. Trinucleus Goldfussi, *Barr.*
Aus dem Silur von Böhmen.

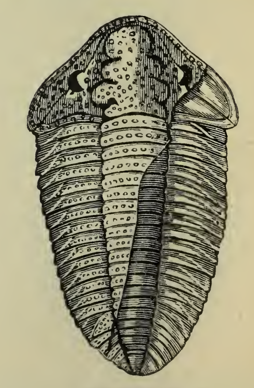


Fig. 51. Calymene Blumenbachi, *Brongn.*

Cyathocrinus, Taxocrinus, Brachiopoden, als Lingula, Discina, Leptaena, Strophomena (Fig. 46), Orthis, Rhynchonella, Pentamerus, Spirifer — es sind über 2000 Arten Brachiopoden aus dem Silur bekannt —, Mollusken, u. z. Zweischaler, als Cardiola, Gasteropoden, Capulus, Pteropoden, Tentaculites, Cephalopoden, Orthoceras (Fig. 47), Endoceras, Cyrtoceras (Fig. 48), Phragmoceras, Lituites

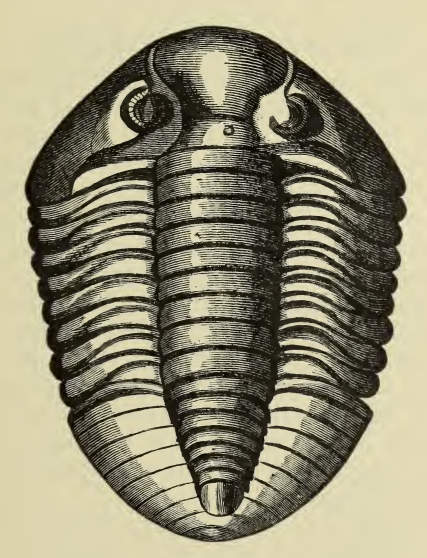


Fig. 52. Asaphus expansus, *Dalm.*
Aus dem Silur von Gotland.

(Fig. 49), Arthropoden, darunter besonders die Trilobiten mit den Geschlechtern Trinucleus (Fig. 50), Bronteus, Calymene (Fig. 51), Sao, Asaphus (Fig. 52), Ogygia etc. Im Obersilur kennt man spärliche Wirbeltierüberreste, u. z. solche von Selachiern, Ctenacanthus.

Gliederung der Silurformation.

Untersilur	Phyllograptus-Schichten, Ogygia Buchi-Schichten, Orthis- und Trinucleus-Schichten.
Obersilur	Pentamerus-Schichten, Cardiola interrupta-Schichten, Ctenacanthus-Schichten.

Verbreitung der silurischen Ablagerungen.

In Europa unterscheiden wir zwei Verbreitungsgebiete des silurischen Systems, die sich durch den verschiedenen Charakter ihrer organischen Überreste kundgeben, nämlich das Gebiet der baltisch-skandinavischen Facies und dasjenige der böhmischen Facies. In der baltisch-skandinavischen Facies sind entwickelt die silurischen Gebilde Skandinaviens, Britanniens und Rußlands, in der böhmischen Facies diejenigen Böhmens, Deutschlands, Frankreichs, Spaniens und Portugals. In Britannien finden wir die Hauptgebiete des Silur in Wales, in Cornwall, im südlichen Schottland, und in Nordirland, in Skandinavien im Becken von Christiania, in West- und Ostgotland, in Smaland, Schonen und auf der Insel Gotland, in Rußland besitzt diese Formation gewaltige Verbreitung, so von Petersburg aus westlich durch Estland und Nordlivland bis zu den Inseln Dagö und Ösel 2c.

In Böhmen hat J. Barrande, der Erzieher und spätere Testamentsvollstrecker des Grafen Chambord (Heinrich V. von Frankreich), die dortigen silurischen Schichten gründlich untersucht und seine Beobachtungen in dem vielbändigen und grundlegenden Werk Le système silurien de la Bohême, wozu ihm sein früherer Zögling größtenteils die Mittel gegeben hat, niedergelegt. Es bildet das Silur Böhmens eine etwa 20 Meilen lange und 2—3 Meilen breite elliptische Mulde, deren Hauptachse etwa der Linie Prag-Braunau-Pilsen folgt. Das nebenstehende Profil Fig. 53

mag das erläutern. Man ersieht aus der Legende der Figur, daß nicht mehr alles, was Barrande für Silur angesehen hat, zu diesem System gezählt wird. Dieser Forscher hatte nämlich die silurischen Sedimente Böhmens in acht Abteilungen geteilt, welche dasselbe mit den Buchstaben A bis H bezeichnen.

In Deutschland finden wir Silur im Thüringer Wald, im Vogtlande, im Fichtelgebirge ꝛc. Hierher gehören auch die Olenus-Schiefer von Dorf Leitmitz bei Hof. In den Alpen kommt Silur an verschiedenen Stellen vor, so in den karnischen und julischen Alpen, in den Karawanken, ferner in Frankreich in ziemlicher Verbreitung (Normandie), in Spanien (Provinz Ciudad Real), in Portugal, dann in gewaltiger Entwickelung in Nordamerika, besonders zwischen dem Alleghany-Gebirge und dem Mississippi. Auch in Südamerika (Bolivia, Argentinien), ferner in Afrika (Marokko) und Asien, ebenso in Australien (Victoria, Neusüdwales, Neuseeland) sind silurische Sedimente in größerer oder geringerer Verbreitung.

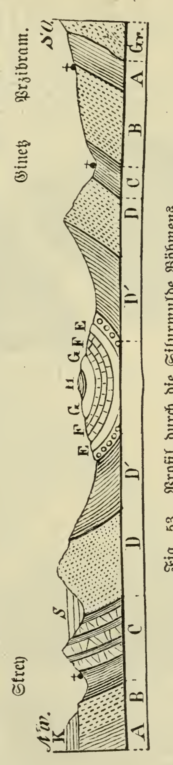


Fig. 53. Profil durch die Silurmulde Böhmens.
Die Buchstaben A bis H entsprechen den Abteilungen von J. Barrande.
A und B = archäische Ablagerungen, C und die untersten Schichten von D = Cambrium (C = Primordialstufe Barrandes), die übrigen Schichten von D = Untersilur, E = Obersilur, F, G und H = Devon, Gr. = Granit und Gneis, K = Kreidebildungen, S = Steinkohlenformation.

Die Eruptivgesteine der Silurformation sind besonders granitische, syenitische und quarzporphyrische Gesteine, auch Diabase.

Der Erzreichtum der silurischen Ablagerungen besteht im Wesentlichen in dem Vorkommen von Eisen-, Kupfer-,

Blei- und Zinkerzen, so Spateisenstein in den Nordalpen (Eisenerz, Werfen), Galmei und Zinkblende in Pennsylvanien, Bleiglanz in der sogenannten Bleiglanzregion im südlichen Wisconsin, etwa 126 deutsche □Meilen Flächeninhalt besitzend. Die Bleierze in Begleitung von Zinkblende, Kupferkies ꝛc. kommen dort auf unzähligen, den Trentondolomit durchquerenden Spalten vor.

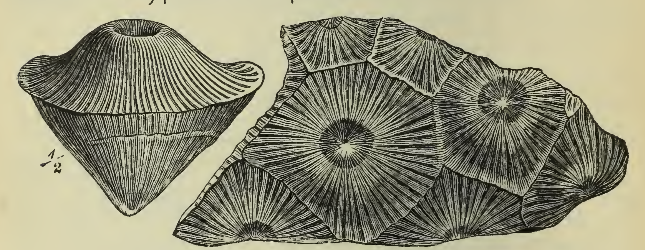


Fig. 54. Cyathophyllum helianthoides, *Goldf.*
a Einzelzelle — b Stock.

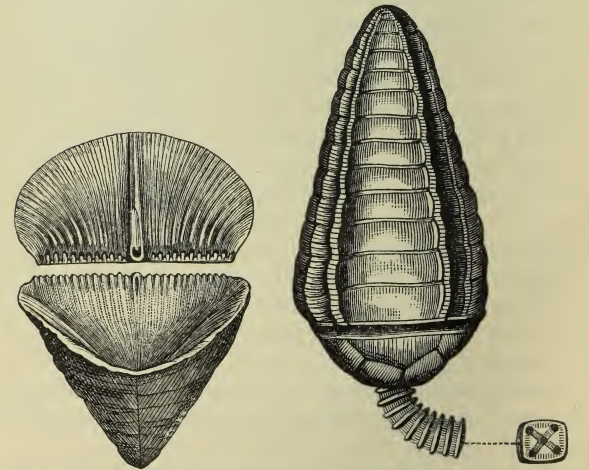


Fig. 55. Calceola sandalina, *Lam.* Fig. 56. Cupressocrinus crassus, *Goldf.*
Kelch mit Armen und Säulengliedern.

Die Devonformation oder das devonische System.

Petrographischer Charakter. Im Devon herrschen vor Sericit- und andere Phyllite, Konglomerate, Sandsteine, Grauwacken und Kalksteine.

Flora und Fauna des devonischen Systems. Auch hier ist die Flora, gleichwie im Silur, noch eine sehr einförmige (Gefäßkryptogamen), während die Fauna gegenüber der-

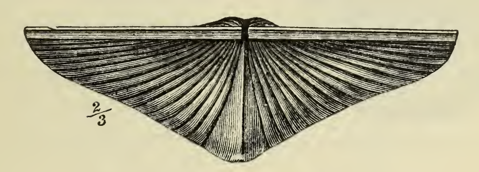


Fig. 57. Spirifer dunensis, *Kayser*.

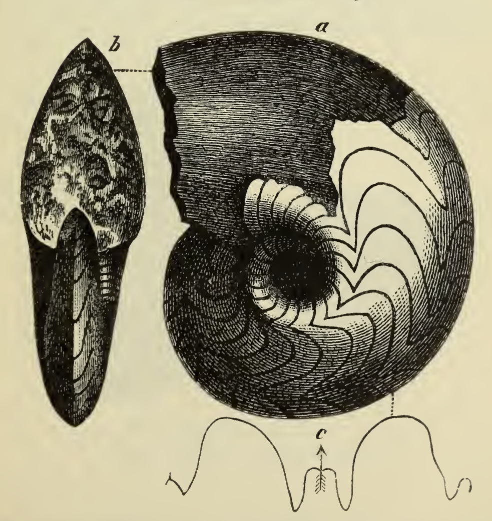


Fig. 58. Goniatites intumescens, *Beyrich*. Aus dem Oberdevon. Nach F. Römer.

jenigen des vorgenannten Systems schon einen weiteren Schritt vorwärts gethan hat. Zu reicher Entfaltung sind die Korallen gelangt, Heliolites, Favosites, Alveolites, Cyathophyllum (Fig. 54), Calceola (Fig. 55), dann die Crinoideen, Ctenocrinus, Haplocrinus, Cupressocrinus (Fig. 56), ferner die Brachiopoden, Productus, Stringocephalus, Uncites, Spirifer (Fig. 57), Atrypa, Rhynchonella, von Zweischalern nennen wir Megalodon und Pterinea, von Gasteropoden Macrochilus und Murchisonia, von Cephalopoden

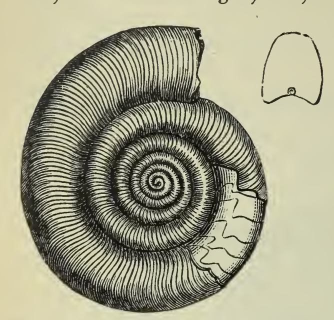


Fig. 59. Clymenia undulata, *Münster*.

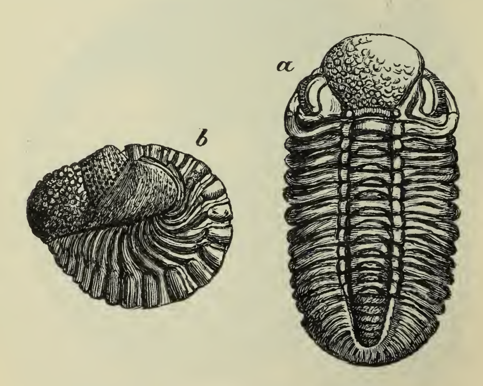


Fig. 60. Phacops latifrons, *Burmstr.* Devon der Eifel. Nach F. Römer.

Gyroceras, Goniatites (Fig. 58), Clymenia (Fig. 59), von den Trilobiten die Genera Phacops (Fig. 60) und

Homalonotus, von den Schalenkrebsen Entomis (Cypridina), von den Vertebraten endlich die eigentümlichen Ganoidfische Pterichthys (Fig. 61), Coccosteus und Cephalaspis.

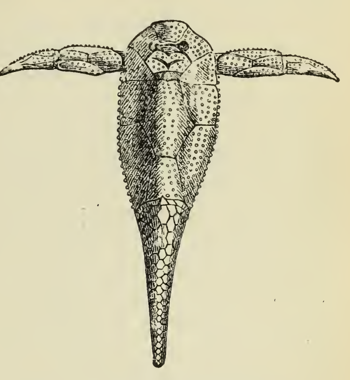


Fig. 61. Pterichthys, restauriert.

Gliederung der devonischen Ablagerungen.

Man teilt die devonischen Gebilde in drei Hauptabteilungen ein, welche man als Unterdevon, Mitteldevon und Oberdevon bezeichnet.

In Deutschland hat das devonische System zwei Gebiete größerer Verbreitung, so in Rheinland (rheinisches Schiefergebirge), und im Harz.

Gliederung der Devonformation in Rheinland und Belgien

(nach E. Kayser).

Unterdevon	Krystallinische Taunusschiefer Siegener Grauwacke | Taunusquarzit, Hunsrückschiefer Koblenzschichten.	
Mitteldevon	Mergel und Schiefer mit Calceola sandalina (Calceola-Schichten), Kalk mit Stringocephalus Burtini (Stringocephalenkalk).	Wissenbacher und Lenne-Schiefer.

Oberdevon { Adorfer Goniatiten-Kalk und Iberger Kalk (Calcaire de Frasne) = Intumescens-Stufe Kaysers.
Sandstein von Condroz, Schiefer der Famenne, Pönsandstein, Cypridinenschiefer, Clymeniakalk = Clymenienstufe Kaysers.

Die krystallinen Taunusschiefer werden vom Taunusquarzit überlagert, der u. a. Spirifer primaevus und Reusselaeria crassicosta führt. Diesen folgen die Hunsrückschiefer mit Phacops Ferdinandei, Homalonotus ornatus, Cryphaeus und noch andere Trilobiten, eine Bildung, die im Sieger Land und an verschiedenen Stellen des Rheinlands durch die Siegener Grauwacke vertreten wird, deren Fauna Übereinstimmung mit derjenigen der beiden vorgenannten Bildungen zeigen. Die Koblenzschichten oder der Spiriferensandstein zerfallen in die unteren Koblenzschichten mit Strophomena laticosta und Homalonotus armatus und crassicauda, vorwiegend Grauwackengesteine umfassend, sowie in den Koblenzquarzit und schließlich in die oberen Koblenzschichten, weiche Grauwackenschiefer mit Spirifer paradoxus, Ctenocrinus decadactylus, Homalonotus laevicauda etc.

Das Mitteldevon, vorwiegend eine kalkige Bildung, beginnt mit mergeligen Kalken und Schiefern, den Calceola-Schichten, mit Calceola sandalina, vielen Brachiopoden, als Atrypa recticularis, Spirifer speciosus, Korallen &c., darüber folgt der Stringocephalenkalk mit Stringocephalus Burtini, Uncites gryphus, Macrochilus arculatum etc., ferner mit vielen Crinoideen, als Cupressocrinus, Poteriocrinus etc. Im südlichen Westfalen und an der Lenne treten an Stelle der soeben genannten Bildungen sandig-thonige Gesteine, dem Spiriferengestein sehr ähnlich, auf, die Lenneschiefer. In Nassau, bei Dillenburg, Wissenbach &c. ist das Mitteldevon in der Form von Thon- und Dachschiefern mit Kalk- und Quarziteinlagerungen ausgebildet, die Wissenbacher oder Orthocerasschiefer,

oftmals mit verkiesten Fossilien, als Goniatites subnautilinus, G. gracilis und dergleichen mehr.

Im Oberdevon finden wir zu unterst Kalke mit Brachiopoden (Rhynchonella cuboides, Spirifer Verneuili) oder auch dunkle, kalkige Schiefer, den Flinz, schließlich auch, als förmliche Korallenriffkalke, die Iberger Kalke, nach einem Vorkommen im Oberharz so genannt. Auch die Adorfer Kalke, nach Adorf in Waldeck, gehören hierher. Das ältere Oberdevon bezeichnet man nach dem Vorschlage Kaysers auch als Intumescens-Stufe, weil Goniatites intumescens darin eine wichtige Rolle als Leitfossil spielt. Die obere Stufe des Oberdevons wird gebildet von den Cypridinenschiefern (verschiedengefärbte Schiefer mit Entomis, früher Cypridina serratostriata, die Clymenienkalke, die Pönsandsteine Westfalens &c. Kayser hat aber die jüngeren Bildungen des Oberdevons auch unter dem Namen Clymenienstufe zusammengefaßt. Zum Clymenienkalke gehören die Kramenzelkalke Dechens.

Entwickelung der devonischen Formation im Harz.

Unterdevon	Tanner Grauwacke Untere Wieder Schiefer mit Graptolithen und den Hercynkalken	Hercyn.
	Hauptquarzitzone = den oberen Koblenzschichten.	
Mitteldevon	Obere Wieder Schiefer Hauptkieselschiefer Zorger Schiefer Elbingeroder Grauwacke	Calceola- und untere Wissenbacher Schiefer.
	Stringocephalenkalk und Goslarer Schiefer.	
Oberdevon	Iberger Korallenkalk und Altenauer Goniatitenkalk, Cypridinenschiefer, Clymenienkalk.	

Die Hercyn benannte Stufe des Harzer Unterdevons entspricht den Etagen F, G und H im böhmischen Silur nach der Auffassung J. Barrandes.

Weitere Verbreitung der devonischen Formation in Deutschland.

Neben den beiden genannten Arealen finden sich devonische Ablagerungen im Thüringer Wald und in der Grafschaft Glatz in Schlesien (Ebersdorf, hier Clymenienkalk, und Oberkuntzendorf, hier Iberger Kalk), ferner in den Vogesen, bei Schirmeck (Stringocephalenkalk).

Allgemeinere Verbreitung devonischer Ablagerungen. In England ist das Devon neben der typischen Entwickelung (Devonshire ꝛc.) — der Name der Formation stammt eben von Devonshire, woselbst man dieselbe zuerst erkannt hat — noch in der sogenannten Old red-sandstone-Facies ausgebildet, u. z. besonders im südlichen Wales, in Schottland, den Orkneys ꝛc. Hier treten viele tausend Fuß mächtige Sandstein- und Mergelbildungen auf, mit Einschaltungen von Dach- und bituminösen Schiefern, welche die weiter oben erwähnten sonderbaren Ganoidfische, große Krebse und auch etliche Landpflanzen führen. Man nimmt an, daß die Old red-sandstone-Bildungen des Devon in mächtigen Landseen abgelagert wurden, daß sie also Süßwasserbildungen darstellen. In derselben Facies sind auch gewisse Devonbildungen der russischen Ostseeprovinzen und des arktischen Nordens (Grönland) entwickelt. Man kennt Devon ferner noch in Belgien, Frankreich, Spanien und Portugal, in mächtiger Entwickelung in Rußland, in Nordamerika (Ohio, New York, Kentucky, Indiana, Kanada ꝛc.), in Asien (Altai, China), in Afrika (Kapland). Der Untergrund Konstantinopels besteht aus devonischen Ablagerungen.

Eruptivgesteine, Erzgänge und für die Benutzbarkeit wertvolle Gesteinsarten im Devon.

Vor allen anderen Eruptivgesteinen sind hier die Diabase zu nennen, welche mit ihren Tuffen, den Schalsteinen,

letztere als Einlagerungen in den devonischen Schichten, eine große Rolle spielen, besonders im Mitteldevon und im Oberdevon. Die Schalsteine sind vielfach versteinerungsführend.

Solche Diabasvorkommnisse finden sich u. a. in Deutschland im Lahnthal, im Harz, im Vogtlande ꝛc. Die Diabasgesteine bilden Kuppen, Gänge ꝛc. in oder auf den devonischen Schichten. An das Vorkommen solcher Diabase und Schalsteine sind die Roteisenerze von Brilon in Westfalen, Wetzlar, Weilburg, Dillenburg, Zorge, Rübeland, Klausthal ꝛc. gebunden, welche zumteil Anlaß einer blühenden Eisenindustrie geworden sind. Auch Brauneisensteine finden sich mit dem Roteisenstein zusammen vor, ferner sind im Devon der Dill- und Lahngegend Phosphorite entwickelt, als linsenförmige Einlagerungen. Im Siegener Lande (Müsen) kommen Spateisensteingänge, etwa 20—30 Meter mächtig, vor, Kupfererzgänge und Bleiglanz im Dillenburgischen, Kupfer und Zinn in Cornwall ꝛc.

Fig. 62. Profil von Aachen nach dem Hohen Venn.
a Krystallinische Thonschiefer — b und c Grauwacke des Unterdevons — d Eifeler Kalk — e Oberdevon — f Unterer Kohlenkalk — g Obere, produktive Steinkohlenformation.

Als besonders wertvolle Gesteine der devonischen Sedimente nennen wir die Dachschiefer von Caub am Rhein und von Wissenbach in Nassau, die Marmorarten Nassaus, des Harzes und Fichtelgebirges, ferner der Pyrenäen (Marbre griotte).

Die Lagerungsverhältnisse der Devonformation sind vielfach gestörte und verworfene. Faltungen und Ver-

werfungen der Schichten treten sehr häufig auf, wie z. B. das umstehende Profil (Fig. 62), die Lagerungsverhältnisse der devonischen Schichten zwischen Aachen und dem Hohen Venn darstellend, zeigt.

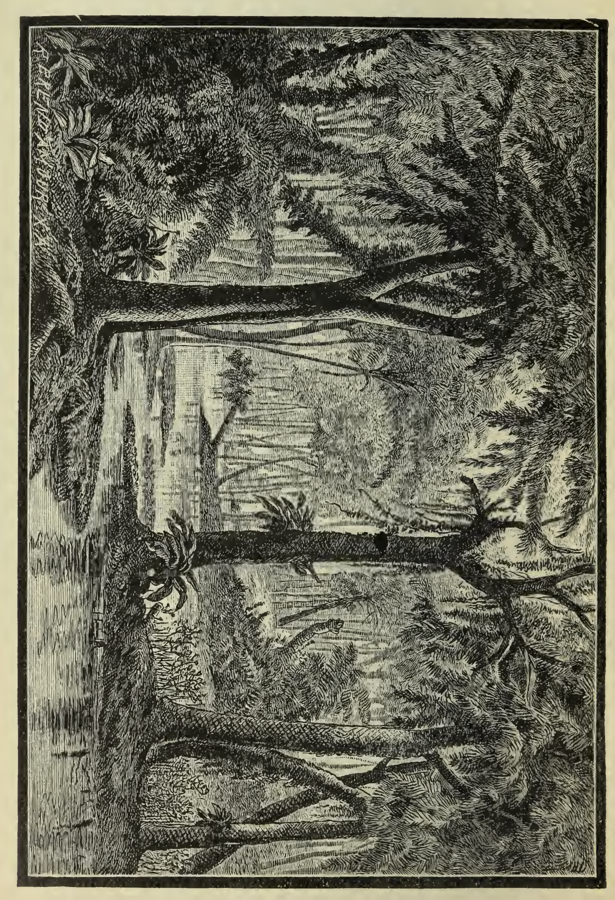


Fig. 63. Wald aus der Steinkohlenperiode.

Die Steinkohlenformation oder das carbonische System.

Die Gesteine dieser Schichtenreihe sind meist Konglo= merate, Sandsteine, Grauwacken, Schieferthon und Kiesel=



Fig. 64. Sphenopteris trifoliata, *Sternberg.* Carbon von Saarbrücken.



Fig. 65. Neuropteris flexuosa, *Brongn.* Aus dem Carbon von Saarbrücken.

schiefer. Daneben spielen aber die Kohlengesteine, welchen das System seinen Namen verdankt, eine sehr wichtige Rolle.



Fig. 66. Alethopteris lonchitidis, *Sternberg*.



Fig. 67. Lepidodendron elegans, *Brongn.* Beblätterter Zweig.



Fig. 68. Sigillaria Browni, *Daws.* (restauriert).

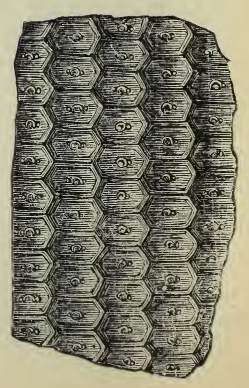


Fig. 69. Stammstück von Sigillaria.

Die Flora des Carbon, fast ausschließlich nur aus Landpflanzen bestehend, ist sehr reich an Überresten von Baum-

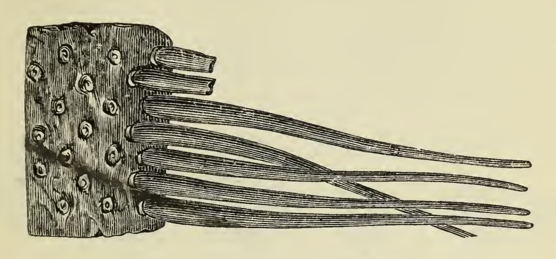


Fig. 70. Stigmaria ficoides, *Brongn.*

farnen, so die Genera Sphenopteris (Fig. 64), Neuropteris (Fig. 65), Alethopteris (Fig. 66), Pecopteris etc., an Lycopodiaceen, Lepidodendron (Fig. 67), Ulodendron, Sigillaria (Fig. 68 und 69), Stigmaria (Wurzelstöcke dieser genannten Pflanzen) (Fig. 70), an Calamarieen, als Calamites, Asterophyllites, Annularia (Fig. 71), an Cycadeen, wie Cordaites, und an Koniferen, so z. B. Araucarites. Figur 63 mag eine Vorstellung von einer Waldlandschaft der Steinkohlenzeit geben.

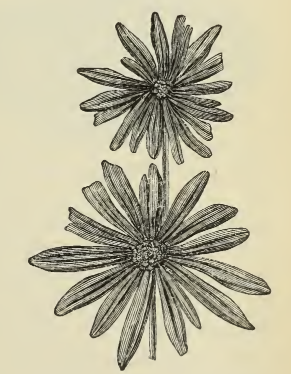


Fig. 71. Annularia fertilis, *Sternberg.*

Die Fauna der Steinkohlenperiode steht an Mannigfaltigkeit ihrer Arten hinter der Flora jener Zeit nicht zurück. Von Foraminiferen nennen wir Fusulina (Fig. 72) und Schwagerima, gesteinsbildende Formen von Korallen Amplexus, Chaetetes, Lithostrotion, Michelinia, von

Echinodermen die interessante Cystideengattung Pentatrematites (Fig. 73) und das Echinidengenus Archaeocidaris, von Brachiopoden Productus, Spirifer, Athyris, Rhynchonella, auch Terebratula, von Zweischalern Posidonomya (Fig. 74), Aviculopecten und Anthracosia, von Schnecken

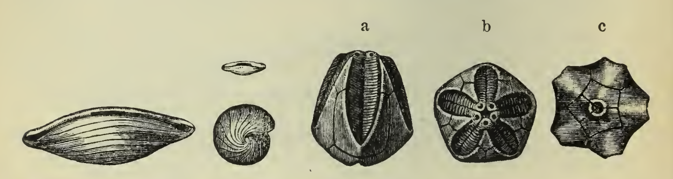


Fig. 72. Fusulina cylindrica, *Fischer*. Natürliche Größe und vergrößert.

Fig. 73. Pentatrematites florealis, *Say*. a von der Seite, b von oben, c von unten.



Fig. 74. Posidonomya Becheri, *Br*.



Fig. 75. Eoscorpius glaber, *Peach*. Aus Schottland.

Bellerophon und Pupa, von Cephalopoden Goniatites, Nautilus und Orthoceras, von den Gliedertieren die Trilobitengattung Phillipsia und die Schalenkrebse Estheria und Leaia, ferner Spinnen, Skorpione, Eoscorpius (Fig. 75), vielerlei sonderbare Insekten, dann Fische, als Ctenacanthus und Psammodus, schließlich Amphibien, als Dendrerpeton und Branchiosaurus.

Gliederung der carbonischen Bildungen.

Wir kennen zweierlei Facies der carbonischen Sedimente, nämlich eine rein marine, die einerseits wieder pelagischen Ursprungs und kalkiger Natur sein kann, der Kohlenkalk, oder die in sandig-schiefriger Ausbildung entwickelt ist und eine teilweise littorale, jedoch partiell auch pelagische Ablagerung, den Kulm darstellt, sodann eine terrestrische, wohl in Sümpfen und Süßwasserbecken entstandene Bildung, das produktive Steinkohlengebirge.

<table>
<tr><th></th><th>Terrestrische Bildungen.</th><th colspan="2">Marine Bildungen.</th></tr>
<tr><td>Oberes Carbon</td><td>Oberes produktives Steinkohlengebirge</td><td colspan="2">Oberer Kohlenkalk oder Fusulinakalk</td></tr>
<tr><td>Unteres Carbon</td><td>Unteres produktives Steinkohlengebirge oder Kohlenkulm</td><td>Kulm</td><td>Unterer Kohlenkalk</td></tr>
</table>

Wie man aus der vorstehenden Tabelle ersieht, ist das Steinkohlensystem aus zwei Abteilungen, dem Untercarbon und dem Obercarbon, aufgebaut. Die rein pelagischen Sedimente gehören beiden Abteilungen an; im oberen Kohlenkalk treten Fusulina und mit ihr verwandte Formen gebirgsbildend auf, die Fusulinakalke (Rußland, Ural, Süd- und Ostasien, Nordamerika rc.); als Leitfossil für Europa mag Productus giganteus, *Sow.* gelten. Der Kulm, mit reicher Fauna (Leitform: Posidonomya Becheri, *Bronn* (Fig. 74) und eingeschwemmten Landpflanzen, findet sich nur im Untercarbon. Die terrestrischen Bildungen des Untercarbon, meist grobe Konglomerate, Sandsteine, Schieferthone rc., mit lokal eingelagerten Kohlenflötzen, bezeichnet man auch als Kohlenkulm. Sowohl diese Sedimente, als auch diejenigen der oberen produktiven

Steinkohlenformation zeigen manchmal Einlagerungen von Kalkbänken mit mariner Fauna, analog derjenigen des pelagischen Kohlenkalks. Das Untercarbon schließt nach oben mit einer Sandsteinbildung ab, dem flötzleeren Sandsteine, auch als obere Kulmgrauwacke bezeichnet, des Millstone-grit der Engländer, aus welcher sich dann allmählich die obere Abteilung des Carbon entwickelt. Da, wo die untere Abteilung des Carbon fehlt und nur die obere entwickelt ist, bildet dieser flötzleere Sandstein stets oder meistens die Unterlage der Glieder der oberen Abteilung.

Gliederung des oberen, produktiven Carbon in Böhmen, Sachsen, Schlesien und an der Saar, nach E. Weiß.

Bezeichnung.	Böhmen, Sachsen, Schlesien.	Saargegend.
Calamarien- und Farnstufe	Radowenzer Schichten	Ottweiler Schichten
Sigillarienstufe	Schatzlarer Schichten	Saarbrücker Schichten
Sagenarien- (Lepidodendren-)Stufe	Waldenburger und Ostrauer Schichten	

Die Verbreitung der Steinkohlenformation in Deutschland.

Schlesien. Niederschlesisches oder Waldenburger und oberschlesisches oder Ostrauer Becken, ostwärts nach Polen, westwärts nach Böhmen und Mähren fortsetzend. Zu unterst Kohlenkalk und Kulm, letzterer reich an sehr guter Kohle, dann folgt das Obercarbon ebenfalls mit mächtigen Kohlenflötzen (Xaveriflötz in Oberschlesien mit 16 Meter Mächtigkeit).

Sachsen. Zwickauer Mulde, um Zwickau, Lugauer Mulde, bei Lugau, und Potschappeler Mulde, zwischen

Dresden und Tharand, alle dem Obercarbon angehörig, dagegen die Schichten von Hainichen und Ebersdorf dem Kulm.

Pfälzisch-saarbrückisches Becken, ebenfalls obercarbonisch, Flächenraum etwa 300 Quadratkilometer, die Gegend zwischen Saarbrücken, Saarlouis, Ottweiler und Bexbach umfassend, Gesamtmächtigkeit etwa 2800 Meter, 82 abbauwürdige Flötze mit zusammen 77.6 Meter Kohlenmächtigkeit.

Westfälisches oder Ruhrrevier, mit einem mächtigen Schichtenkomplex von flötzleerem Sandstein beginnend, 2000 Quadratkilometer Flächenraum bedeckend, 90 bauwürdige Kohlenflötze mit 96 Meter Kohlenmächtigkeit enthaltend in vier große von W.-S.-W. nach O.-N.-O. streichende flache Mulden, die Wittener, Bochumer, Essener und Duisburg-Oberhausener Mulde, zerfallend.

Steinkohlenbildungen finden sich dann noch in Deutschland im Rheinthal (Berghaupten bei Offenburg in Baden, obere Abteilung; Thann und Niederburbach in den Vogesen, hier Kulm), im nordwestlichen Harze, in Nassau, im Fichtelgebirge, in Thüringen (Kulm), schließlich auch noch im Wormgebiete (Aachen-Eschweiler) mit einer unteren, flötzarmen und einer oberen, flötzreichen Abteilung.

Weitere Verbreitung der Steinkohlenformation. In Böhmen (Radnitz) und Mähren (Brünn), in Rußland in gewaltiger Entwickelung, u. z. Kohlenkalk von Moskau bis zum Eismeer, oberes, produktives Carbon mit vielen Flötzen am Donetz und am Westfuß des Ural. Ferner in Frankreich, u. z. mit Flötzen im Norden und im Loirebassin (St. Etienne), auch bei Autun und Creuzot, in den Alpen, dann auf den britischen Inseln, teils oberes, teils unteres Carbon, so bei Newcastle und Durham, in Lancashire, Yorkshire, Nottingham-, Derby-, in Staffordshire, in Wales,

in Schottland und in Irland, hier viel Kohlenkalk, in Belgien, mit vielen Flötzen, in Nordamerika, hier die Illinois-, Missouri-, Michigan-, neuschottischen Kohlenfelder, in China, auf Formosa, in Japan, im arktischen Norden, als in Spitzbergen &c.

Die Lagerungsformen des Steinkohlengebirges sind vielfach gestört und nur wenige Schichten dieses Systems befinden sich noch in ihrer ursprünglichen Lage. Meist bilden diese Sedimente zahllose Mulden und Sättel, sie sind vielfach geknickt, verworfen, verbogen &c. Namentlich gehören außer den erwähnten Bildungen von Mulden und Sätteln im Kohlengebirge noch mehr oder minder große Verwerfungen zu den allerhäufigsten Erscheinungen.

Die Eruptivgesteine der Steinkohlenformation sind meist Quarzporphyre, Diabase, Diabasporphyrite und Melaphyre, welche Gänge und Decken in den Schichten der Stein-

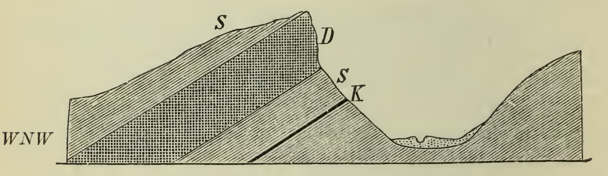


Fig. 76. Profil durch den Remigiusberg bei Cusel. Nach A. Leppla.
S Sandstein der Ottweiler Schichten — K Steinkohlenflötz — D Diabasporphyrit.

kohlenformation bilden. Ein schönes Beispiel für solche deckenartige Ausbreitung von Diabas in diesen Sedimenten liefert das obenstehende Profil des Remigiusberges bei Cusel (Fig. 76).

Nutzbare Mineralien der Steinkohlenformation.

Dahin gehören vor allem die Steinkohlen, über deren Auftreten, Bildungsweise &c. schon auf Seite 94 ff. das Nötige gesagt worden ist. Eng verbunden mit den Kohlengesteinen ist der Thoneisenstein, zwischen welchem,

wenn er mehr oder weniger Kohle in sich aufnimmt, und dem Kohleneisenstein, einem innigen Gemenge von Kohle und Eisenerz, allerlei Übergänge bestehen. Im Oberharz finden sich Bleiglanzgänge carbonischen Alters, bei Aachen und in Belgien Lagerstätten von Bleiglanz und Zink, die dem Alter nach hierher gehören. Bleierzlagerstätten carbonischen Alters kommen ferner in England und in Nordamerika vor, ebenso zuweilen Asphalt (Neubraunschweig).

Die Dyasformation oder das permische System.

Der Name Dyas bezieht sich auf den Umstand, daß diese Formation in Deutschland in zwei getrennte und sehr verschiedene, meist aber zusammen vorkommende Abteilungen zerfällt, das Rotliegende, zu unterst, und die Zechsteingruppe, zu oberst. Die Bezeichnung „permisches System oder Perm wurde diesen hierher gehörigen Ablagerungen nach der Gegend ihres Hauptvorkommens in Rußland (Gouv. Perm) gegeben.

Die Gesteine des Perm.

Die untere Abteilung besteht meist aus Konglomeraten und Sandsteinen, Schieferthonen und Schieferletten, Thonen, und auch aus Kalksteinen. Unter den Konglomeraten spielen die grauen und die roten Konglomerate, die Porphyrkonglomerate und Porphyrbreccien eine Hauptrolle.

In der oberen Abteilung herrschen Kalksteine, Dolomite, bituminöse Mergelschiefer, Kupferschiefer, Gips und Sandsteine, auch Konglomerate vor. Der Kupferschiefer ist ein bituminöser Mergelschiefer, worin Kupfererze, ganz speziell Kupferkies, Kupferglanz und Buntkupfererz, auch Bitumen fein verteilt sind. Es finden sich jedoch noch andere Erze und gediegen Silber in demselben.

Die Flora besteht meist aus Landpflanzen, zumteil noch aus denselben Arten, wie die der produktiven

Die Kohlen im Welthandel.

Steinkohlen=Import und =Export der wichtigsten Länder, ebenso Produktion von Kohlen im allgemeinen und von Roheisen in Millionen Tonnen, für Rußland und die außereuropäischen Länder in Großtonnen (= 1015.94 kg), für die europäischen Länder in metrischen Tonnen.

Länder	Flächenraum der Kohlengebiete in □ Myriameter	Import durchweg in metr. Tonnen		Export		Produktion 1880	Produktion 1885	Produktion von Roheisen	
		1875	1885	1875	1885			1873	1885
Großbritannien	308.2	—	—	14.545	23.771	146.819	159.351	6.741	7.251
Vereinigte Staaten von Nordamerika	4972 8	—	—	0.520	1.272	65.415	95.833	2.561	4.045
Deutschland	45.8	(1876) 2.105	2.297	(1876) 5.288	8.996	52.048	(Verhältnis von Stein= zu Braunkohle = 58 : 15) 73.675	2.241	3.752
Frankreich	54	7.656	9.943	—	—	19.412	19.534	1.367	1.629
Belgien	13.20	—	—	4.064	4.338	16.867	17.347	0.607	0.715
Österreich=Ungarn	46.30	(1879) 2.232	2.507	(1879) 3.269	4.102	14.310	(Verhältnis von Stein= zu Braunkohle = 7.3 : 10.5) 17.892	0 595	0.806
Rußland	774	0.539	1.825	—	—	3 218	(1884) 3.950	0.378	(1882) 0.498
Australien	643.4	—	—	—	—	1.571	(1884) 2.749	—	—
Japan	129.5	—	(1884) 0.021	—	(1884) 0.184	0.850	(1884) 0.900	—	—

Steinkohlenformation. Es kommen noch wenige Calamiten vor, dann Farne, Cycadeen, Palmen und Koniferen.

Fig. 77. Pecopteris arborescens, *Sternberg*.



Fig. 78. Walchia piniformis, *Schloth.*



Fig. 79. Zweigende von Ullmannia Bronni, *Göpp.*

Von Farnen nennen wir als besonders wichtig die Spezies Pecopteris arborescens (Fig. 77) und die ver=

kieselten Farnstämme (Psaronius, Madensteine, Staarsteine). Von Koniferen sind besonders zu erwähnen Walchia piniformis (Fig. 78) und die Zweige und Früchte von Ullmannia Bronni (Frankenberger Kornähren) (Fig. 79).

Die Fauna der Dyas ist weniger reichhaltig als diejenige der Steinkohlenformation. Wir heben hervor die Bryozoen Fenestella retiformis, *Schl.* (Fig. 80), die Brachiopoden Productus horridus, *Sow.* (Fig. 81), Spirifer undulatus (Fig. 82), Camarophoria, etc. Die

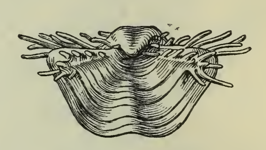


Fig. 81. Productus horridus, *Sow.*



Fig. 80. Fenestella retiformis, *Schloth.*

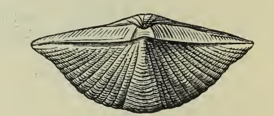


Fig. 82. Spirifer undulatus, *Sow.*

Zweischaler weisen die wichtigen Genera Schizodus obscurus, *Sow.* (Figur 83), Avicula speluncaria, *Schl.*, Arca, Gervillia und andere mehr auf. Unbedeutend sind für die Dyas die Gastropoden und auch die Cephalopoden, von keinerlei großer Bedeutung sind die Arthropoden, welche mit Insekten (Blattina), Schalenkrebsen &c. auftreten, wichtig dagegen sind gewisse Wirbeltiere, so die heterocerkalen Ganoiden Palaeoniscus (Fig. 84), Platysomus (Fig. 85), Amblypterus und die Labyrinthodonten Archegosaurus (Fig. 86 S. 150), Branchiosaurus, Pelosaurus und andere Arten mehr.

Das Rotliegende

(auch Totliegendes genannt) gliedern wir wie folgt in den beiden typischesten Gegenden Deutschlands.

In der Grafschaft Mansfeld und dem südlichen Harzrande: Zu unterst: Feinkörnige Konglomerate, schiefrige Sandsteine, Schieferletten, mit Neuropteris, Pecopteris etc., das untere Rotliegende genannt. Darüber: rote Schieferletten, feinkörnige Sandsteine, Hornquarzkonglomerate ꝛc., das mittlere Rotliegende. Zu oberst: das obere Rotliegende, aus Sandsteinen und Quarzporphyrkonglomeraten bestehend.

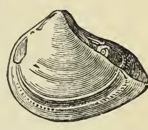


Fig. 83. Schizodus obscurus, *Sow.*

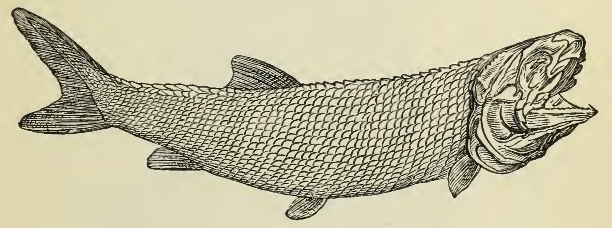


Fig. 84. Palaeoniscus Freieslebeni, *Agass.*

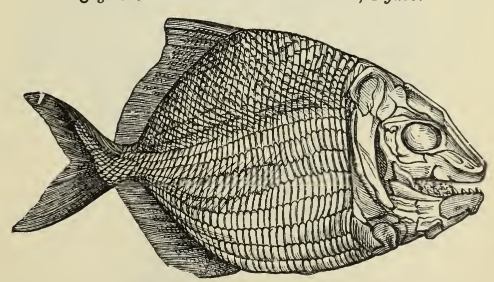


Fig. 85. Platysomus striatus, *Agass.*

In der Saarbrücker Gegend: Zu unterst: die Cuseler Schichten, mit Kohlenflötzen, Calamiten und

carbonischer und dyadischer Flora, meist Kalksedimente. Darüber: die Lebacher Schichten, aus Kohlenflötzen,

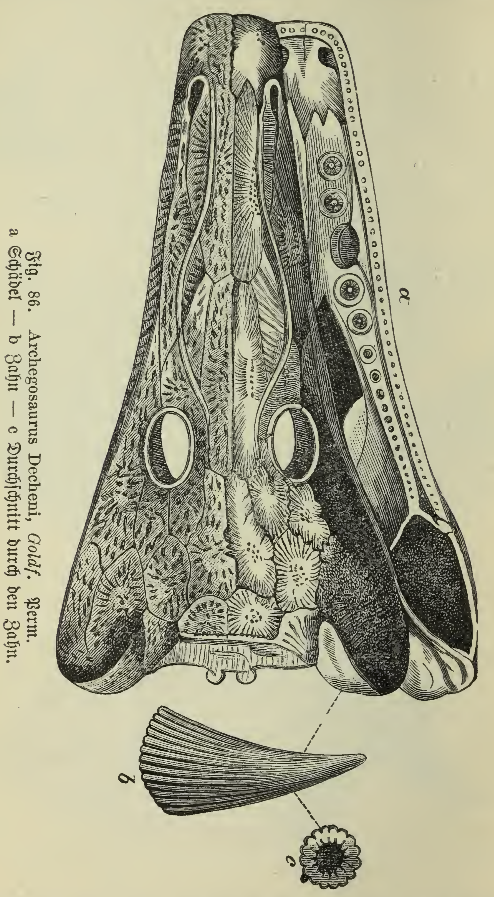


Fig. 86. Archegosaurus Decheni, *Goldf.* Perm.
a Schädel — b Zahn — c Durchschnitt durch den Zahn.

kieseligen Kalken mit Thoneisensteinnieren als Einlagerungen ꝛc. bestehend. In diesen Thoneisensteinnieren be-

finden sich die Reste von Archegosaurus, Amblypterus, Walchia etc. Darüber: das obere Rotliegende, größtenteils aus zerstörtem Porphyrmaterial zusammengesetzt, ohne Versteinerungen.

Das oftmals bis zu 2000 Meter mächtige Rotliegende hat seinen Namen von den vorherrschend rot gefärbten Schichten, die die Unterlage der gleich zu besprechenden oberen Abteilung, der Zechsteingruppe, in Thüringen und Hessen bilden. Der Name kommt von den Bergleuten, welche diese Schichten das rote Liegende benannt hatten. Die untenstehende Abbildung (Fig. 87) stellt idealisiert die sehr häufige Verbindung, das Zusammenvorkommen, des

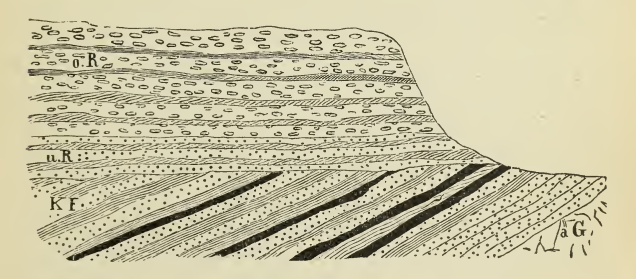


Fig. 87. o. R. Oberes Rotliegendes — u. R. Unteres Rotliegendes — K. F. Steinkohlenformation — ä. G. Ältere Gesteine.

Rotliegenden und der Steinkohlenformation dar, wobei ersteres sehr oft, wie in dieser Skizze, übergreifend über die geneigten Schichten der Kohlenformation gelagert ist.

Der Zechstein.

Der Name Zechstein stammt von den Mansfelder Bergleuten, welche seit alter Zeit das Gestein, durch welches ihre Schächte in den Kupferschiefer abgeteuft sind, Zechsteine (Grubensteine) genannt haben, welche Bezeichnung auf die ganze Formation übertragen wurde. Wir gliedern den Zechstein in drei Abteilungen, wie folgt:

Untere Zechsteinformation: Konglomerate und Sandsteine, darüber der Kupferschiefer mit Palaeoniscus Freieslebeni, Platysomus gibbosus, Ullmannia Bronni etc. Über dem Kupferschiefer folgt der Zechstein, höchstens 30 Meter mächtig, mit der marinen, oben erwähnten Fauna und Productus horridus, Spirifer undulatus etc. als Leitfossilien. Im Thale der Orla und der Umgebung desselben in Thüringen ist die untere und auch die mittlere Abteilung der Zechsteinbildungen in einer Bryozoenrifffacies entwickelt.

Die mittlere Zechsteinformation beginnt mit der Zechsteinrauchwacke und Asche, erstere ein feinkörniger, krystalliner, drusiger und poröser, letztere ein feinsandiger Dolomit. Leitend ist Schizodus obscurus. Darüber folgen eine Reihe von aus Anhydriten, Gipsen, Dolomiten, Mergeln, Salzthonen und Steinsalzen bestehenden Ablagerungen. Die jüngeren, also oberen Gips- und Dolomitablagerungen (Plattendolomit) werden als obere Zechsteinformation angesehen, die sogenannten jüngeren Gipse.

Die typischen Lokalitäten für den deutschen Zechstein sind die Gegend am Harze, an seiner westlichen, östlichen und südlichen Seite, am Kyffhäuser und im Thüringer Walde.

Die permische Formation in Rußland und in England ist nicht analog den deutschen Dyasbildungen entwickelt. In England entspricht dem deutschen Rotliegenden der Lower new red sandstone, eine Sandsteinbildung mit Resten von Landpflanzen und lokal eingelagerten Kohlenflötzen, dem Zechstein dagegen der Magnesian limestone, bituminöser Mergelschiefer mit etwa denselben Fossilien, wie der deutsche Zechstein. Auch im Perm Rußlands lassen sich zwei Abteilungen unterscheiden, deren untere meist als Sandsteinbildung entwickelt ist, Landpflanzen führt und zumteil mit Kupfererzen imprägniert ist (Kupfersandstein), während die obere eine marine

Ablagerung darstellt, aus Kalken, Thonen, Mergeln, Gipsen und Steinsalz besteht und die Petrefakten des Zechsteins aufweist. Doch sind derselben auch Sandsteinbildungen mit Landpflanzen eingeschaltet.

Die permische Formation in den Alpen. Das Rotliegende wird repräsentiert durch den Verrucano, ein grobes Konglomerat von rötlicher Farbe. In den Südalpen vertritt wohl der Grödener Sandstein das Rotliegende, der schwarze Bellerophonkalk mit Bellerophon peregrinus, *Laube,* B. Guembeli, *Stache,* zahlreichen Foraminiferen (Trochammina, Bulimina) etc. den Zechstein.

Weitere Verbreitung der permischen oder Dyasformation. Außer in den erwähnten Gegenden ist die Dyas noch im Fichtelgebirge, in Böhmen, in Nordengland, in Rußland (vom Ural bis gegen Moskau, in Kurland und Litauen), in Ungarn (bei Fünfkirchen), im westlichen Nordamerika, in Spitzbergen ꝛc. verbreitet.

Die Eruptivgesteine der Dyas spielen in derselben eine große Rolle. Sie haben zum großen Teil das Material zur Bildung der mächtigen Konglomerat- und auch Sandsteinbildungen des Rotliegenden geliefert. Es sind meist Quarzporphyre, Porphyrite, Melaphyre und ähnliche Gesteine, die in der untern Dyas stock-, gang- und deckenförmig, zumteil in großer Mächtigkeit, auftreten. Auch die Tuffe einiger dieser Gesteine sind von besonderer Wichtigkeit, so diejenigen der Quarzporphyre.

Die nutzbaren Mineralien der Dyasformation.

An das Vorkommen gewisser Eruptivgesteine der Dyas sind Manganerze gebunden, so im Thüringer Wald und im Harz an die Porphyrite (Ilmenau, Elgersburg). In den Sandsteinen und Konglomeraten des Rotliegenden der Pfalz kommen gangförmig, an die Nähe des Vorkommens von Quarzporphyren und Melaphyren gebunden, Quecksilbererze vor (Zinnober, Quecksilberhornerz ꝛc.). Des Erz-

gehaltes der Kupferschiefer wurde schon Erwähnung gethan. So hat der auf denselben betriebene Bergbau nach Credner im Jahre 1889 306598 Zentner Kupfer und 86714.5 kg Feinsilber ergeben. In der Zechsteinformation findet sich Steinsalz in gewaltigen Massen. Eine der berühmtesten hierher gehörigen Steinsalzlagerstätten ist diejenige von Staßfurt bei Magdeburg, mit mehreren Salzflötzen, darunter eins von über 200 Meter Mächtigkeit. Berühmt sind ebenfalls die Staßfurter Abraumsalze (Polyhalit, Kieserit, Sylvin, Carnallit ꝛc.) Auch Eisenerze weist die Dyas auf; die Eisenerzlagerstätten (wohl Umwandlungen des Zechsteins in Spateisenstein und Brauneisenstein durch eisenhaltige Gewässer) des Stahlbergs und der Mommel im Thüringer Wald gehören hierher.

Dreizehnter Abschnitt.

Die mesozoische Formationsgruppe oder Aera.

Die Triasformation oder das triassische System.

Unter der Triasformation versteht man drei oftmals scharf von einander getrennte Schichtenreihen, die aber meist zusammen vorkommen, wie z. B. im westlichen Deutschland, woselbst dieselben von Alberti zuerst genauer untersucht wurden und ihnen die Bezeichnung Trias beigelegt worden ist. Die Trias besteht in Deutschland (germanische Trias), von unten nach oben, aus folgenden drei Gliedern:

1) aus dem Buntsandstein,
2) aus dem Muschelkalk, und
3) aus dem Keuper.

Die germanische Trias.

Der Buntsandstein.

Der Buntsandstein besteht aus einem Komplexe von Schichten von Sandsteinen, von untergeordneten bunten



Fig. 88. **Voltzia heterophylla**, *Brongn.* Endzweig, Mittelzweig, Fruchtzweig.

Schieferthonen, Mergelschiefern, Rogensteinen ꝛc., mit beträchtlichen Einlagerungen von Gips und von Steinsalz.

Die Flora des Buntsandsteins ist größtenteils zusammengesetzt aus Farnen, Equisetaceen (**Equisetum Mougeoti etc.**) und aus Nadelhölzern. Von letzteren herrscht vor die Gattung **Voltzia** (Fig. 88). Daneben finden sich Sagopalmen (Cycadeen). Die nebenstehende Abbildung (Fig. 89) zeigt uns ein ideales Landschaftsbild aus der Zeit der Bildung des Buntsandsteins.

Die Fauna des Buntsandsteins bestand zumeist aus Mollusken, von welchen **Myophoria costata**, *Zenk.* zu nennen ist. Daneben finden sich noch etliche seltene Cephalopoden, die Überreste von Wirbeltieren (Labyrinthodonten ꝛc.) und die Fährten von noch unbekannten, Chirotherien genannten Tieren, die vielleicht zu den Labyrinthodonten, vielleicht auch zu den Dinosauriern gehören dürften.

Gliederung des Buntsandsteins.

Der Buntsandstein wird in Deutschland von unten nach oben gegliedert in folgende drei Abteilungen, in

1) den unteren Buntsandstein mit lokalen Einlagerungen von Rogensteinen, Schieferthonen ꝛc. Der Sandstein selbst ist feinkörnig; in

2) den Hauptbuntsandstein von teils grobem, teils feinem Korne, von gelblicher, rötlicher und bunter Färbung; in

3) das „Rhöt“ genannte Gebilde. Dieses besteht aus einer rot oder auch grün gefärbten Schieferthonbildung aus Mergeln und Dolomiten, mit Einlagerungen von Gips und von Steinsalz.

Der Muschelkalk

besteht aus Kalksteinen und Dolomiten mit untergeordneten Einlagerungen von Thonen, Gips und Steinsalz.

Flora. Da der Muschelkalk eine rein marine Bildung ist, so weist diese Schichtenreihe keinen großen Reichtum an Pflanzenresten auf.

Fauna. Von den tierischen Überresten sind zu nennen die Echinodermen u. z. die Crinoideen Encrinus



Fig. 89. Landschaft aus der Zeit der Bildung des bunten Sandsteins.

(Fig. 90), deren Stielglieder einzelne Schichten der Formation förmlich erfüllen. Die Brachiopoden sind vertreten durch die Genera Spiriferina, Terebratula (Fig. 91) ꝛc., die Mollusken durch die Gattungen Pecten, Lima, Gervillia (Fig. 92), Myophoria, Ostrea, Natica, Dentalium, Nautilus und Ceratites (Fig. 93). Von Arthropoden kennt man nur wenige Arten, darunter die Krebsgattung Pemphix, dagegen finden sich die Reste von Wirbeltieren in großer Menge, darunter Fische, als Hybodus, Acrodus, Gyrolepis, Saurichthys etc., und Meeressaurier Placodus, Nothosaurus.

Gliederung des Muschelkalks.

Man teilt den Muschelkalk ein in drei Abteilungen, deren unterste der untere Muschelkalk oder der Wellenkalk genannt wird, mit Lima lineata, Myophoria vulgaris, Myophoria orbicularis, Gervillia socialis, Spiriferina hirsuta etc.

Die mittlere Abteilung wird die Anhydritgruppe genannt. Statt größtenteils aus Kalken zu bestehen, wie der untere Muschelkalk, ist die mittlere Gruppe aus zelligen Dolomiten, Mergeln, Gipsen, Anhydriten und Steinsalz zusammengesetzt. An Fossilien ist die Anhydritgruppe arm.

Der obere Muschelkalk oder der Hauptmuschelkalk bildet die dritte Abteilung, eine Kalksteinbildung mit thonigen Zwischengliedern und Pemphix Sueuri, Ceratites nodosus, Lima striata, Terebratula vulgaris, Encrinus liliiformis etc.

Der Keuper.

Die Keuperformation besteht aus sandigen und mergeligen Ablagerungen mit untergeordneten Einlagerungen von Gips, Dolomit und Lettenkohle. Der Name Keuper stammt von einer trivialen Bezeichnung gewisser zu dieser Formation gehöriger Mergel in Franken.

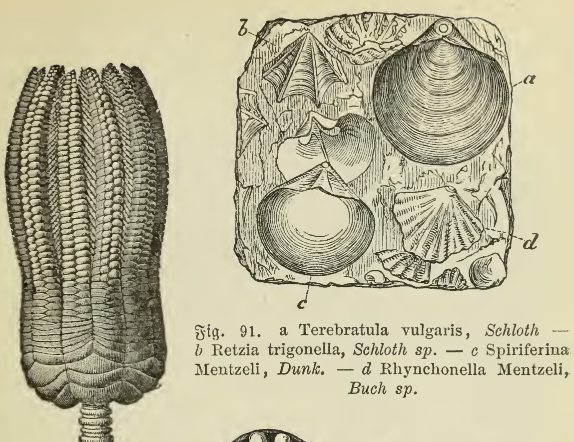
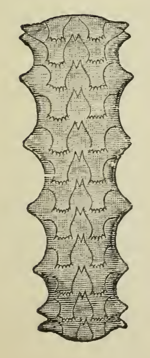


Fig. 91. a Terebratula vulgaris, *Schloth* — *b* Retzia trigonella, *Schloth sp.* — *c* Spiriferina Mentzeli, *Dunk.* — *d* Rhynchonella Mentzeli, *Buch sp.*



Fig. 90. Encrinus liliiformis, *Lam.*

Fig. 92. Gervillia socialis, *Quenst.*



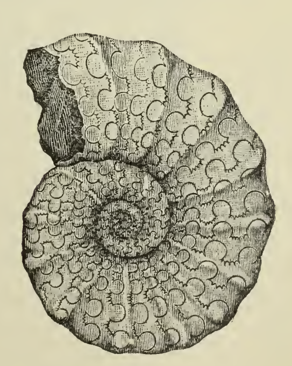


Fig. 93. Ceratites nodosus, *Haan.*

Die Versteinerungen des Keuper sind zumeist Pflanzenüberreste. Hier sind es wiederum Sagopalmen (Cycadeen) mit den Gattungen Pterophyllum, Nilssonia, Cycadites, Zamites und Stangeria und Equisetaceen

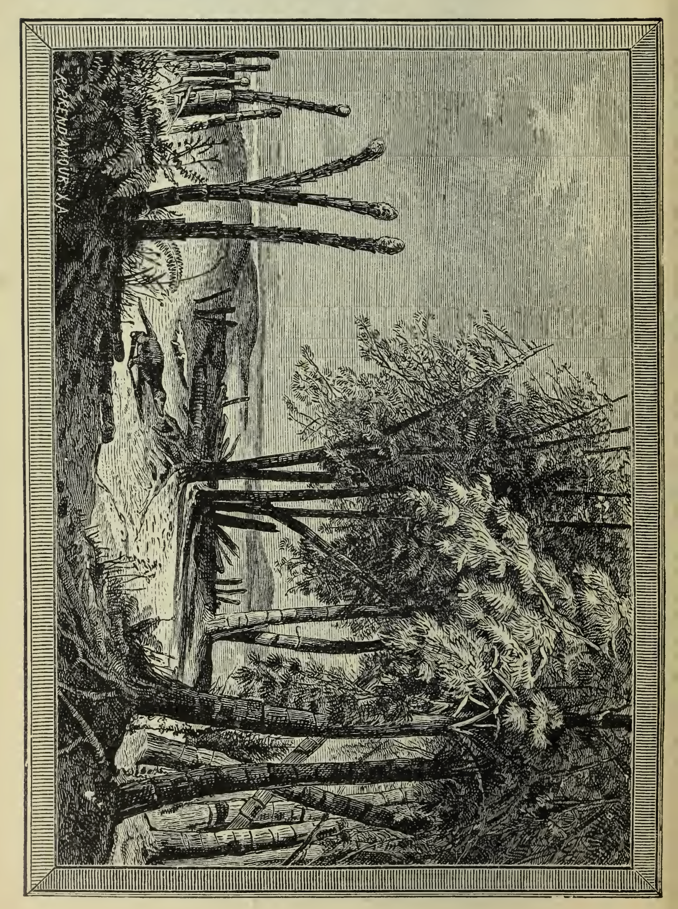


Fig. 94. Landschaft aus der Zeit der Bildung des Keupersandsteins.

mit den Geschlechtern Equisetum, Pterophyllum, sowie Koniferen, worunter das Genus Glyptolepis oder Voltzia, welche zu reicher Entwickelung gelangten.

Die nebenstehende Abbildung (Fig. 94), welche wie das ideale Landschaftsbild aus der Buntsandsteinzeit dem Ungerschen Prachtwerk „Die Urwelt" entnommen ist, gewährt uns einen Blick in die Flora des Keuper. Auf der rechten Seite des Bildes gewahren wir reich verzweigte Calamiten, links Equisetiten, daneben im Hintergrunde rechts und vorne Nadelhölzer, Voltzia. Im Vordergrunde kommt ein riesiger Nicrosaurus aus seinem Versteck hervor.

Die Fauna des Keuper ist keine sehr reichhaltige. Auch hier spielen wieder, wie im Muschelkalk, die Mollusken, ganz speziell die Zweischaler, eine große Rolle, darunter die Gattungen Myophoria und Avicula (Fig. 95), letztere in den obersten Schichten. Auch Brachiopoden Lingula und Terebratula finden sich vereinzelt. Von den Arthropoden ist ein kleiner zu den Phyllopoden gehöriger Krebs, Estheria, zu nennen. Wirbeltierüberreste kommen in der Keuperformation häufig vor, so kennt man Fische aus derselben in beträchtlicher Anzahl. Als besonders wichtig sind zu nennen die Gattungen Acrodus, Hybodus, Semionotus und Ceratodus, welch letztere in den australischen Gewässern sonderbarerweise noch einen lebenden Vertreter hat. Auch die Reptilien sind in der Keuperformation repräsentiert, so durch die Genera Nothosaurus, der zu den Sauropterygiern gehört und schon im Muschelkalk vorkommt, und durch den gewaltigen Belodon (Fig. 96 S. 162), auch Nicrosaurus genannt, den man zu den Crocodiliern zählt. Die Amphibien finden sich im Keuper ebenfalls nicht selten. Hierher gehört die zu den Labyrinthodonten gestellte Gattung Mastodonsaurus. In den alleroberſten Schichten

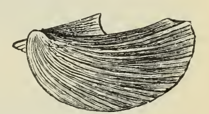


Fig. 95. Avicula contorta, *Port.*

der Keuperformation haben sich die Zähne des ältesten Säugetieres, Microlestes antiquus, gefunden.

Die Gliederung des Keuper.

Auch der Keuper wird in drei Unterabteilungen eingeteilt.

Die untere Abteilung, welche aus Sandsteinen und Schieferthonen besteht, mit einer Einlagerung von Lettenkohle, wird die Lettenkohlengruppe oder der Kohlenkeuper genannt. In diesem Kohlenkeuper kommt Estheria minuta vor.

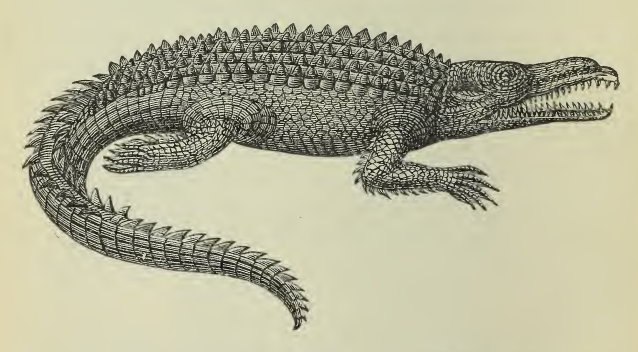


Fig. 96. Restauriertes Bild des Belodon aus dem Keuper von Stuttgart.

Die mittlere Abteilung oder der Gipskeuper wird aus Sandsteinen mit bunten Mergeln und Gipseinlagerungen, lokal auch von Einlagerungen von Steinsalz gebildet. In derselben finden sich die Reste von Semionotus, Belodon etc. Auch die berühmte Vogelechse, Aëtosaurus ferratus, *Fraas*, stammt aus dem Gipskeuper, aus dem sogenannten Stubensandstein, während die weiter oben erwähnten Pflanzenreste in einer etwas ältern Schicht des Gipskeupers, dem Schilfsandsteine, gefunden werden.

Die obere Abteilung des Keupers trägt den Namen „das Rhät“ oder „die Zone der Avicula contorta“. Auch sie besteht aus Schieferthonen und Sandsteinen, enthält lokal Pflanzenreste und schließt hie und da nach oben mit einer eigentümlichen Bildung, einer Knochenbreccie,

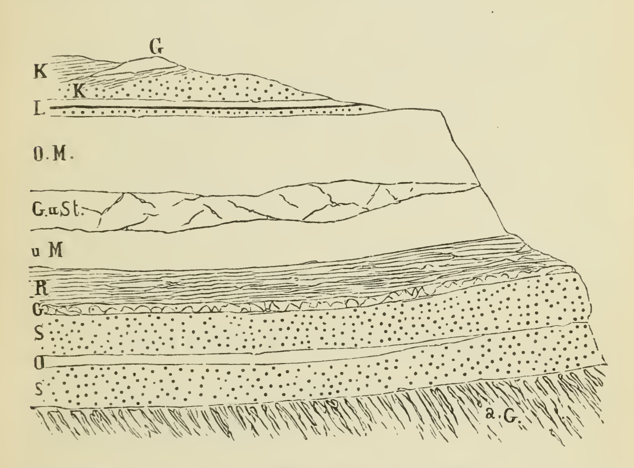


Fig. 97. K. Keupermergel und Sandstein, G. Gips im Keuper — L. Lettenkohle in der untern Abteilung der Keuperformation — O. M. Oberer Muschelkalk — G. u. St. Gips und Steinsalz in der Muschelkalkformation — u. M. Unterer Muschelkalk oder Wellenkalk — R. Rhät, aus rotem Schieferthon und G. Gips bestehend — S. Sandstein der Buntsandsteinformation — O. Oolithschichten (Rogensteine) zwischen Buntsandstein — ä. G. Ältere Gesteine.

dem sogenannten „Bonebed“, ab, welche aus Knochen von Fischen und Reptilien besteht und in welcher die schon erwähnten Zähne des Beuteltieres Microlestes antiquus gefunden worden sind.

Unser Bild (Fig. 97) stellt ein ideales Profil durch die deutsche Trias dar. Die obere Abteilung des Keuper, das Rhät, ist nicht besonders darauf ausgeschieden.

Die Verbreitung der Trias in Deutschland.

In Deutschland unterscheiden wir vier Triasgebiete, nämlich:

1. Das norddeutsche, dessen nördlichster Punkt die Nordseeinsel Helgoland ist,
2. das fränkisch-schwäbische,
3. das elsässisch-lothringische und
4. das oberschlesische Triasgebiet.

Die Lagerungsverhältnisse der deutschen Trias sind vielfach gestört; verworfene und gebogene sowie auch geknickte Schichten sind in der germanischen Trias keineswegs Seltenheiten. Gute Beispiele liefern hierfür der Thüringer Wald, das obere Rheinthal und andere Orte mehr.

Die Verbreitung der Trias in anderen Ländern.

Der Entwickelung der Trias in den Alpen, an deren Aufbau diese Formation einen sehr großen Anteil nimmt, ist im Folgenden eine eigene Abteilung gewidmet worden. Die Trias findet sich sonst noch in England (New red sandstone-group), woselbst aber nur deren unterste und oberste Glieder, also der Buntsandstein und der Keuper, nicht aber der Muschelkalk entwickelt sind; beide Formationsglieder gehen in einander über, ohne sich scharf von einander trennen zu lassen. Dann kennen wir die Trias noch in Frankreich, in Spanien und Portugal, im südlichen Schweden (pflanzenführendes Rhät) und in Nordamerika, woselbst sie in Nordcarolina und in Virginien Steinkohlen, die abgebaut werden, und Eisenerze führt. Auch in Kalifornien, in den arktischen Regionen (Spitzbergen), im Himalaja, in Neuseeland rc. kennt man triassische Gebilde, aber in der alpinen Ausbildung, von der nachher die Rede sein wird.

Der Erzreichtum der Trias

in Deutschland ist nur ein verhältnismäßig geringer. So ist an einzelnen Stellen der Buntsandstein in einer Mächtigkeit von vielen Metern von kleinen Partikelchen von Bleiglanz erfüllt, in der Form von kleinen Körnern. Man nennt solche Sandsteine Knottensandsteine; dieselben enthalten manchmal von 3/5—5% Bleiglanz oder auch Cerussit und werden dann abgebaut (Kommern in der Rheinprovinz). Im Buntsandstein des Schwarzwaldes (Bulach) kommen verschiedene Erze vor, Fahlerz, Malachit 2c., die in früherer Zeit verhüttet worden sind. In Oberschlesien führt der Muschelkalk Galmei, Bleiglanz und Brauneisenerze in großer Menge, welche gewonnen und daselbst verarbeitet werden. Auch bei Wiesloch in Baden zeigen sich im Muschelkalk Zinkerze, deren Abbau schon von den Römern betrieben worden sein soll. Der Keuper außerhalb der Alpen weist keine erheblichen Erzlagerstätten auf. Der amerikanischen Trias sind lokal Kupfer- und Silbererze eingelagert. Der Salzreichtum der deutschen Trias wurde bei Besprechung der einzelnen Formationsglieder schon gebührend hervorgehoben.

Die Eruptivgesteine der Trias.

In Deutschland kennt man solche kaum. Die Gesteine, welche hier die triassischen Schichten durchsetzen, sind erst in einer späteren Periode durchgebrochen. Anders verhält sich die Sache in Nordamerika, woselbst während des Absetzens der triassischen Formationen zahlreiche Eruptionen von Melaphyren und dioritischen Gesteinen stattfanden, mit welchen die besagten Erzlagerstätten in Verbindung stehen.

Die Trias in den Alpen.

Eine ganz andere Ausbildung als in Deutschland hat die Trias in den Alpenländern. Dieselbe in ähnlicher Weise zu gliedern, wie dies für die deutsche Trias geschehen ist,

ist ein Ding der Unmöglichkeit. Wohl haben wir sowohl für den Buntsandstein und den Muschelkalk, als auch für den Keuper Parallelbildungen, die jedoch mit Ausnahme einiger weniger Schichten in durchaus anderer Facies entwickelt sind.

Die Fauna und die Flora der alpinen Trias weist zwar manche mit der deutschen Trias gemeinsame Arten auf, doch ist dieselbe im allgemeinen viel reichhaltiger als die Flora und Fauna der letztern. So sind z. B. die Korallen, welche der deutschen Trias ganz fehlen, in dem alpinen Triasmeere zu großer Entwickelung gelangt. Dann kennen wir des weitern eine reiche Brachiopodenfauna und eine ebensogroße Anzahl Cephalopoden, zumteil Gattungen, die in der deutschen Trias auch vertreten sind, wie z. B. die Genera Terebratula, Spirifer, Retzia, Ceratites, zum andern Teil aber wiederum Formen, die wir in den außeralpinen Ablagerungen erst in höheren Schichten, z. B. im untern Jura, wiederfinden, wie das für gewisse Ammonitengeschlechter der Fall ist, während zusammen mit diesen und in denselben Sedimenten sich wiederum Arten finden, die in der außeralpinen Trias nicht mehr existieren und mit dem Ausgang der paläozoischen Zeit verschwunden sind, wie z. B. die Gattung Orthoceras. Die übrigen Mollusken sind im alpinen Triasmeere ebenfalls vertreten gewesen, aber zumteil wieder mit anderen Arten, als in der außeralpinen Trias Halobia, Daonella, Avicula, Cassianella, Cardita, Myophoria, Monotis, Chemnitzia, Turbo, Natica etc. Auch die Echinodermen werden durch eine stattliche Reihe von Arten repräsentiert, darunter zahlreiche Cidariten. Die Crustaceen spielen nur eine sehr untergeordnete Rolle. Wirbeltiere kommen ebenfalls vor, ganz besonders Fische, darunter die Gattung Pholidophorus.

Die Flora der alpinen Trias weicht nur verhältnismäßig wenig von derjenigen der deutschen Trias ab. Wir finden darin Equisetum, Pterophyllum etc. Zu großer Blüte gelangten gewisse Kalkalgen, als Diplopora, welche

einen wesentlichen Anteil am Aufbau der triassischen Sedimente der Alpen genommen haben.

Gliederung der alpinen Trias.

Wir reden von einer
I) unteren und von einer
II) oberen alpinen Trias.

Die untere alpine Trias entspricht wohl dem Buntsandstein und dem untern Muschelkalke. Sie gliedert sich wie folgt:

Zu unterst:
1) Werfener Schiefer mit Avicula Clarai (Fig. 98) und Guttensteiner Kalke = dem Buntsandstein der deutschen Trias.

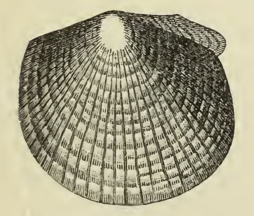


Fig. 98. Avicula Clarai, *Emm. sp.*

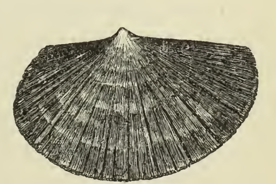


Fig. 99. Halobia (Daonella) Lommeli, *Wissm.*

2) Virgloria-Kalke oder alpiner Muschelkalk = dem unteren Muschelkalk der deutschen Trias.
 a) Recoaro- oder Brachiopodenkalk mit T. vulgaris, Retzia trigonella etc.
 b) Reiflinger- oder Cephalopodenkalk mit Ceratites binodosus etc.

Die obere alpine Trias wird von Mojsisovics in zwei Provinzen eingeteilt, in
1) Die juvavische Triasprovinz, die Gebiete des Salzkammergutes umfassend, und

2) die mediterrane Triasprovinz, worein die Triasgebiete der Ostalpen gehören.

Diese Provinzen werden wiederum in drei Stufen gegliedert.

1) Die norische Stufe, als deren wichtigste Glieder in der zweiten Provinz wir betrachten können die Buchensteiner Kalke und die Wengener Schiefer mit Halobia Lommeli (Fig. 99), in der juvavischen Provinz den untern Hallstädter Kalk.

2) Die karnische Stufe. Dieselbe wird hauptsächlich vertreten in der mediterranen Provinz durch die Schichten von St. Cassian und die Raibler Schichten, erstere mit Cardita crenata, Koninckia Leonardi, Ammonites Aon etc., letztere mit Myophoria Kefersteini, in der juvavischen Provinz durch die Cephalopoden führenden petrefaktenreichen oberen Hallstädter Kalke mit Orthoceras dubium und Ammonites tornatus und durch die Carditaschichten, deren einzelne Glieder zumteil lokal als Süßwasserfacies mit Kohlenflötzen und Lettenkohlepflanzen entwickelt sind, der Lunzer Sandstein. In Südtirol wird die nordalpine Facies der karnischen Stufe zumteil ersetzt durch das „Hauptdolomit“ genannte Sediment, welches Veranlassung zur Bildung der großartigen, als Dolomitgebirge von Südtirol bezeichneten Gebirgsgruppe gegeben hat. Nach Richthofen und Mojsisovics verdankt dieser Dolomit seine Entstehung der Thätigkeit riffbauender Korallen in der Triaszeit. Es ist also die Riff-Facies der karnischen Stufe. Ein Teil der norischen Stufe dürfte wohl noch dem oberen Muschelkalk, die obere Abteilung derselben sowie die karnische Stufe jedoch dem unteren und mittleren Keuper entsprechen.

3) Die rhätische Stufe. Das Rhät ist in der alpinen Facies ungleich mächtiger entwickelt, als in der deutschen Trias, so daß man diese Schichtenglieder förmlich als eigene Formation auffassen könnte, wie das von seiten einiger Geologen geschehen ist. Das unterste Glied der

rhätischen Stufe ist der Hauptdolomit, der, wie gesagt, in Südtirol in die karnische Stufe hinabreicht, darauf folgt ein aus hellen Kalksteinen bestehendes Gebilde, der Dachsteinkalk, mit Megalodus triqueter, einer häufig darin vorkommenden Bivalve, als Leitfossil; nach oben schließt die rhätische Stufe mit einer Mergelbildung und darin eingelagerten Kalksteinen, den Kössener Schichten, ab. Letztere enthalten Korallen, Lithodendron, Brachiopoden, darunter Terebratula gregaria gewissermaßen als Leitfossil, neben dem am häufigsten darin auftretenden Pelecypoden, der schon genannten Avicula contorta (Fig. 95 S. 161). Die Facies der Kössener Schichten ist eine sehr wechselnde. Man unterscheidet deren fünf, die Salzburger, die Karpathen-, die schwäbische und die Kössener Facies und den Hauptlithodendronkalk.

Mineralreichtum der alpinen Trias.

Die alpine Trias ist reich an nutzbaren Mineralien, nämlich an Salz (Salzkammergut), an Zinnober und Quecksilber (Idria in Krain), an Blei- und Zinkerzen (Raibl und Bleiberg), endlich an Eisenerzlagerstätten (Werfen, Bergamasker Alpen).

Eruptivgesteine der alpinen Trias.

An Eruptivgesteinen ist die alpine Trias nicht so arm, wie die außeralpine. Hierher gehören die Eruptivgebiete des Fleimser- und des Fassathales in Südtirol, nämlich die Granite, Syenite, Porphyre, Augitporphyre, Gabbros ꝛc. von Predazzo und des Monzonigebirges, überhaupt die in den Südtiroler Dolomiten häufig vorkommenden und dieselben durchsetzenden Eruptivgesteine zum größten Teil.

Die eigentümliche Ausbildung der alpinen Trias ist lange Zeit hindurch ein Rätsel für die Geologen gewesen. Bedenkt man jedoch, daß sich triassische Schichten in analoger Ausbildung an den verschiedensten Punkten des Erdballs wiedergefunden haben, so kommt man leicht zur Überzeugung,

daß eben die alpine Entwickelung der Triasgebilde die normale, die der deutschen Trias jedoch nur eine Faciesbildung ist, teils eine Uferbildung, teils ein in einem Binnenmeere abgelagertes Sediment.

Die Juraformation oder das jurassische System.

Auf die Trias folgt die Juraformation, so genannt, weil dieselbe zuerst im Juragebirge als etwas besonderes erkannt worden ist. Die Ablagerungen der Juraformation sind mit nur wenig Ausnahmen marine Sedimente.

Der petrographische Charakter der Juraformation ist ein ziemlich einförmiger. Dieselbe wird aus lichten und dunkeln Kalksteinen, aus Mergeln, Mergelschiefern, Thonen, Dolomiten und in untergeordneter Weise auch aus Sandsteinen gebildet. Die Kalke der Juraformation sind von wechselnder Beschaffenheit. So kennt man sehr feinkörnige plattenförmig abgesonderte Kalksteine (Solnhofener Lithographiersteine), und daneben wieder Oolithe, Gesteine, die aus kleinen, runden Körnern bestehen, die im Innern konzentrisch schalig oder radial strahlig sind; dann findet man wieder rein zoogene Kalksteine, wie z. B. die Korallenkalke, und so fort.

Paläontologischer Charakter der Juraformation. Die Flora der Jurazeit war eine sehr reichhaltige. Die Cycadeen stehen in der höchsten Blüte (Zamites, Podozamites), große Nadelholzwaldungen bedeckten die Länder der Jurazeit (Gingko, Araucaria), Lebensbäume (Thuites), Tannen, Fichten, Kiefern und so weiter. Das nebenstehende Bild (Fig. 100) zeigt uns eine ideale Landschaft aus der Juraperiode. Auf der linken Seite sehen wir Cycadeen, im Vordergrunde links liegt ein Gerippe des Ichthyosaurus, ganz vorn unten flattern Libellen (Aeschna) und in den Lüften fliegt der Pterodactylus, während ganz im Hintergrunde der Plesiosaurus im Meere schwimmt.

Die Fauna der Juraformation. Foraminiferen finden sich in großer Menge, desgleichen die Seeschwämme (Lithistiden und Hexactinelliden, Fig. 101 S. 172). Die



Fig. 100. Ideale Landschaft aus der Jurazeit.

Korallen, zumteil schon nahe verwandt mit den heute lebenden Gattungen und Arten, haben eine große riffbauende Thätigkeit im Jurameere entfaltet. Es sind hauptsächlich die Geschlechter Thamnastraea, Thecosmilia, Favia, Montlivaultia und noch andere nennenswert. Die Echinodermen sind vertreten durch die Crinoideen, die Seesterne und die Seeigel. Die Gattungen Pentacrinus (Fig. 102), Apiocrinus und Eugeniacrinus, sowie die Genera Cidaris (Fig. 103), Echinus, Holectypus, Pygaster, Pseudodiadema und Echinobrissus, sind zu großer Entwickelung gelangt. Von den Brachiopoden setzen uns hauptsächlich die Genera Rhynchonella, Terebratula (Fig. 104), Waldheimia und Spiriferina durch die große Mannigfaltigkeit ihrer Spezies in Erstaunen. Die Würmer sind durch die Gattung Serpula vertreten. Ganz enorm ist aber die Entwickelung der Zweischaler, der Gastropoden und der Cephalopoden. Hier sind als wichtigste Gattungen von ersteren zu nennen Ostraea (Fig. 106), Gryphaea (Fig. 107), Pecten, Posidonomya, Diceras, Nucula, Trigonia (Fig. 105), Pholadomya, von den Gastropoden Nerinea (Fig. 109), Pterocera (Fig. 108), Pleurotomaria, von den Cephalopoden die Familie Ammonites (Fig. 110 und 111) mit der großen Menge ihrer Unterabteilungen und das Geschlecht der Belemniten (Fig. 112). Auch Vertreter der Nautiliden finden sich. Die Arthropoden kommen in den verschiedensten Ablagerungen der Juraformation vor; Insekten und Krebse sind ganz vorzüglich in den lithographischen Schiefern von Solnhofen enthalten (Aeschna, Aeger, Eryon). Eine große Menge von Fischen belebten

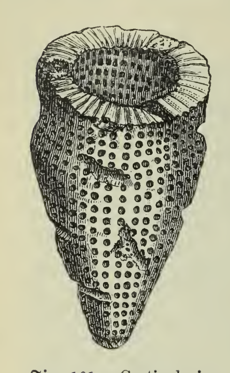


Fig. 101. Craticularia paradoxa, *Mstr. sp.*, eine Hexactinellide aus dem weißen Jura von Engelhardsberg in Franken.

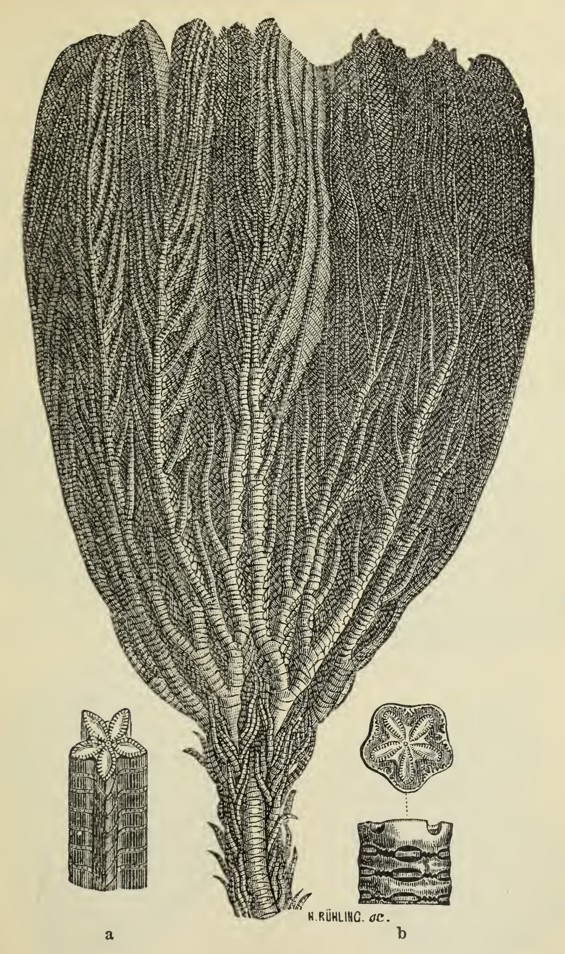


Fig. 102. Pentacrinus briaroides, *Quenstedt,* aus dem oberen Lias von Boll in Württemberg.
Stielglieder von P. basaltiformis, *Miller,* aus dem mittleren Lias — a b Stielglieder von P. subangularis, *Miller,* aus dem oberen Lias.

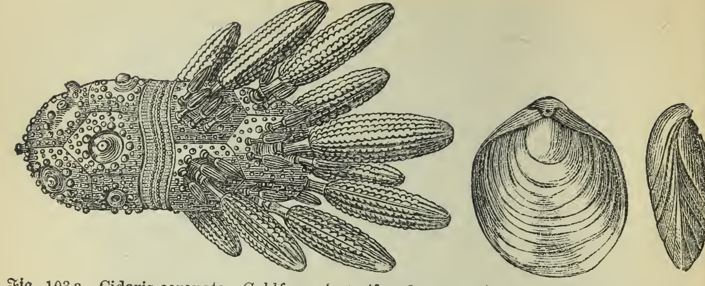


Fig. 103 a. Cidaris coronata, *Goldf.*, a. d. weißen Jura. Teilweise mit Stacheln besetzt, von der Seite (restauriert).

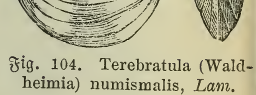


Fig. 104. Terebratula (Waldheimia) numismalis, *Lam.*

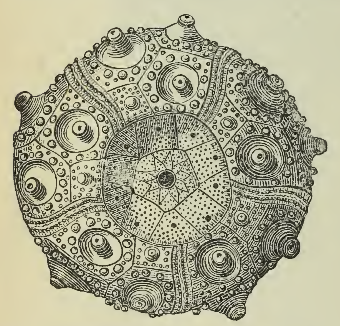


Fig. 103 b. Cidaris coronata, *Goldf.*, v. oben.

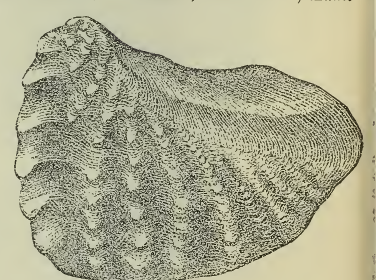


Fig. 105. Trigonia navis, *Lam.*



Fig. 106. Ostrea Marshi, *Sow.* (Ostrea cristagalli, *Schloth*).

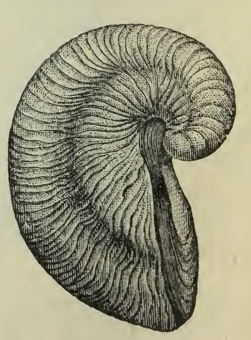


Fig. 107. Gryphaea arcuata, *Lam.*

das Jurameer, worunter die Gattungen Dapedius, Pholidotus, Caturus, Lepidotus (Fig. 113) und Leptolepis ganz

Fig. 108. Pterocera Oceani, *Brongn.*

Fig. 109. Nerinea tuberculos, *Röm.*

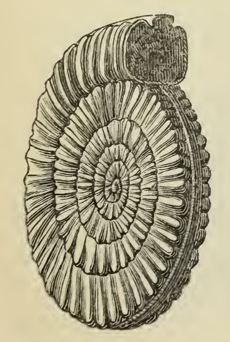


Fig. 110. Ammonites (Arietites) spiratissimus, *Quenst.*

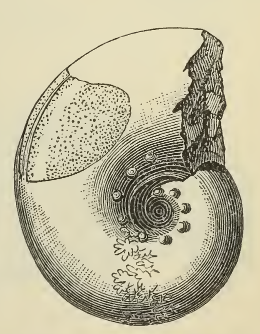
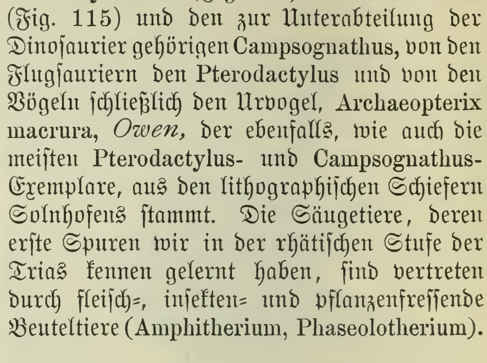


Fig. 111. Ammonites (Aspidoceras) circumspinosus, *Oppel.*

besonders nennenswert sind. Von den Reptilien erwähnen wir die Genera Ichthyosaurus (Fig. 114) und Plesiosaurus (Fig. 115) und den zur Unterabteilung der Dinosaurier gehörigen Campsognathus, von den Flugsauriern den Pterodactylus und von den Vögeln schließlich den Urvogel, Archaeopterix macrura, *Owen,* der ebenfalls, wie auch die meisten Pterodactylus- und Campsognathus-Exemplare, aus den lithographischen Schiefern Solnhofens stammt. Die Säugetiere, deren erste Spuren wir in der rhätischen Stufe der Trias kennen gelernt haben, sind vertreten durch fleisch-, insekten- und pflanzenfressende Beuteltiere (Amphitherium, Phaseolotherium).



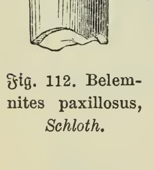


Fig. 112. Belemnites paxillosus, *Schloth.*

Gliederung der Juraformation.

Man teilt die Juraformation ein in drei Abteilungen, nämlich in den

1) Lias, oder den schwarzen Jura, in den
2) Dogger, oder den braunen Jura und in den
3) Malm, oder den weißen Jura.

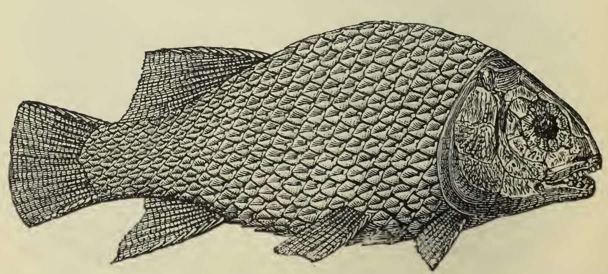


Fig. 113. Lepidotus maximus, *Mstr.* (restauriert), aus dem lithographischen Schiefer von Solnhofen.





Der Urvogel (Archaeo

Nach dem Original im Paläont



eryx lithographica).

zischen Museum zu Berlin.



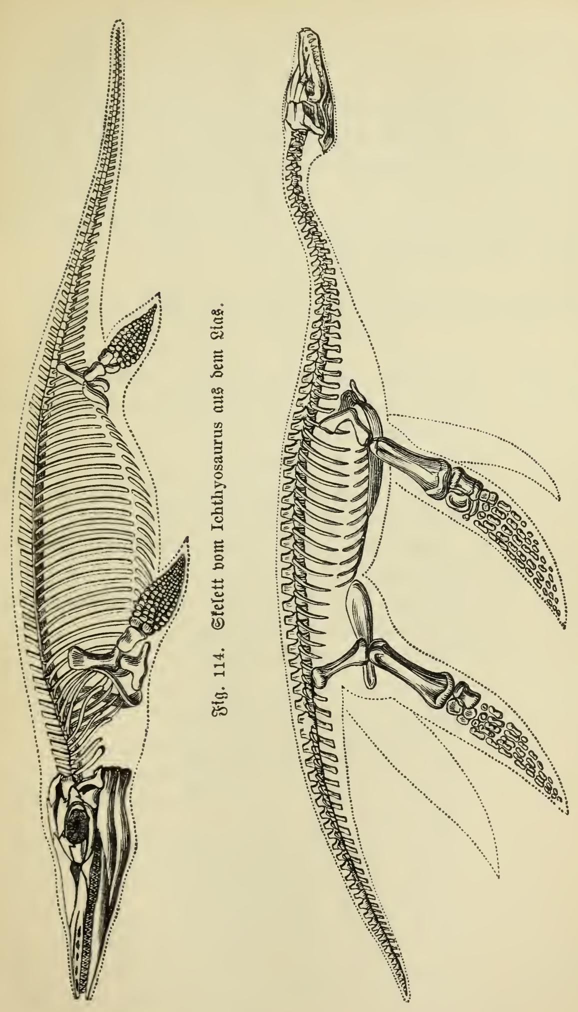


Fig. 114. Skelett vom Ichthyosaurus aus dem Lias.

Fig. 115. Skelett vom Plesiosaurus aus dem mittleren Lias von England.

Jede dieser Abteilungen ist nun wiederum in verschiedene Unterabteilungen zerlegt worden, und zwar in je sechs, die mit den Buchstaben des griechischen Alphabets bezeichnet werden. Diese Einteilung rührt von Quenstedt her. Man spricht z. B. von Lias α, β, γ, δ, ε und ζ. Je zwei solcher Unterabteilungen bilden den unteren, mittleren, oder oberen Dogger oder Malm, so z. B. ist Lias α und β = dem unteren Lias, Lias γ und δ = dem mittleren und Lias ε und ζ = dem oberen Lias.

Gliederung der Juraformation nach Quenstedt.
(Württemberg.)

Lias: α. Schichten der A. psilonotus, Malmstein mit A. angulatus, Arietenkalke mit Gryphaea arcuata (s. Fig. 107).
β. Thone mit A. Turneri.
γ. Mergel und Mergelkalk mit A. Davoei und Terebratula numismalis (s. Fig. 104).
δ. Thone und Kalke mit A. amaltheus und A. spinatus.
ε. Schiefer und Stinksteine mit Posidonomya Bronni, Saurierresten 2c.
ζ. Mergelkalke mit A. jurensis.

Dogger: α. Thone mit A. torulosus, A. opalinus und Trigonia navis (s. Fig. 105).
β. Eisenoolithe mit A. Murchisonae.
γ. Blaue Kalke mit A. Sowerbyi.
δ. Thone und Kalke mit A. Humphresianus und Belemnites giganteus.
ε. Thone und zumteil oolithische Kalke mit A. Parkinsoni, Rhynchonella varians und zu oberst mit A. macrocephalus.
ζ. Thone mit A. ornatus und A. Lamberti.

Malm: α. Thone und Kalke, erstere mit Terebratula impressa.

β. Wohlgeschichtete Kalke mit A. flexuosus und A. biplex.

γ. Spongitenkalke mit Überresten von Schwämmen und Rhynchonella lacunosa.

δ. Kieselige Spongitenkalke mit Hyalotragos und Cnemidiastrum.

ε. Ungeschichtete Kalke und Korallenkalke, Dolomite. Reiche Fauna von Korallen, Echinodermen 2c. (Thecosmilia, Apiocrinus, Cidaris, Nerinea und noch andere Versteinerungen mehr).

ζ. Krebsscherenplatten, Kalke und mergelige Thone mit Überresten von Fischen, Krebsen, Pterodactyliern 2c. Hierher gehören die lithographischen Schiefer von Solnhofen, Pappenheim und Eichstätt in Bayern und die Äquivalentbildung von Nusplingen in Württemberg.

Eine andere Gliederung der Juraformation ist diejenige in Zonen, d. h. in kleinere Schichtenabteilungen, die je durch das Vorkommen ganz bestimmter Petrefakten, meist Cephalopoden, darin bezeichnet und bestimmt werden. Der Lias umfaßt 14, der Dogger 11 und der Malm 6 solcher Zonen.

Die Franzosen teilen die Juraformation wie folgt ein:

Lias: Sinémurien,
Liasien,
Toarcien.

Dogger: Bajocien,
Bathonien,
Callovien.

Malm: Oxfordien,
Corallien,
Kimméridgien,
Portlandien.

Doch ist hier zu beachten, daß diese Abteilungen die deutsche Gliederung in unteren, mittleren und oberen Lias, Dogger und Malm nicht vollständig decken; so ist z. B. das Toarcien nicht durchaus identisch mit dem oberen Lias, denn die obersten Schichtenreihen dieser Abteilung entsprechen den Abteilungen α und β Quenstedts im Dogger, so daß der untere französische Dogger nach dieser, der d'Orbignyschen, Einteilung mit der von Quenstedt als γ bezeichneten Schichtenreihe beginnt, und dergl. mehr.

Die Einteilung der Juraformation in England ist ungefähr folgende:

Lias: Weißer Lias, so genannt nach seiner eigentümlichen Farbe.
Lower lias clay and limestone.
(Diese Abteilungen entsprechen unserem unteren Lias).
Marly sandstone (= unserem mittleren Lias).
Upper lias clay and limestone (= oberen Lias).

Dogger: Inferior oolite (unterer Dogger).
Fullers' earth.
Great oolite (etwa mittlerer Dogger).
Kelloway rocks (= oberem Dogger).

Malm: Oxfordthone = unterem Malm.
Coralrag = mittlerem Malm.
Kimmeridge und
Portlandkalke = oberem Malm.

Der Purbeck.

Unter der Bezeichnung „Purbeck" versteht man eine Süß- und Brackwasserbildung, mit welcher die Juraformation im Südosten Englands, an der gegenüberliegenden französischen Küste und im nordwestlichen Deutschland abschließt. Auch im Schweizer Jura ist dieselbe an verschiedenen Orten nachgewiesen worden. In Deutschland erscheint der Purbeck nur als Brackwasserbildung und führt eine Menge von

Zweischalern (Corbula, Cyclas), und zu oberst ist derselbe als sogenannter Serpulit ausgebildet, d. h. er besteht aus einer Kalkbildung mit den zahllosen Überresten eines Röhrenwurmes, der Serpula coacervata, *Blumb.* In England ist der Purbeck durch eine Schichtenreihe von brackischer und von Süßwasser-Bildung vertreten.

Die Juraformation in den Alpen.

In den Alpen wird die Juraformation durch eine Reihe von Gebilden vertreten, die mehr oder weniger von den Ablagerungen außerhalb dieses Gebirges differieren.

Den Lias in den Alpen vertreten die Fleckenmergel des Algäus, die Adnether Schichten mit Cephalopoden, die Grestener Sandsteine und endlich in Südtirol und Venetien die sogenannten grauen Kalke, welche Überreste einer oolithischen Flora (Zamites, Otozamites etc.) führen. Eine eigentümliche Bildung sind die sogen. Hierlatzkalke, nach ihrem Vorkommen am Hierlatzberge im Salzkammergut so geheißen, marmorartige, Crinoideen, Zweischaler und Brachiopoden führende Kalksteine, welche keinen zusammenhängenden Schichtenkomplex bilden, sondern in der ganzen mediterranen Provinz der Juraformation (siehe unten) verbreitet sind und nur als isolierte, kaum Schichtung zeigende Kuppen dem Liegenden aufgelagert sind. Solche in der Hierlatzfacies ausgebildete Kalke sind nicht auf den mediterranen Lias beschränkt, sondern finden sich auch in den anderen Etagen der Juraformation in der mediterranen Provinz.

Der Dogger in den Alpen. In den Nordalpen gehört wohl ein Teil der Aptychenschichten genannten Gebilde hierher, dann die Klausschichten, während der Dogger im Süden der Alpenkette hauptsächlich durch die Schichten der Posidonomya alpina, *Gras* vertreten wird.

Der Malm der Alpen wird zu unterst repräsentiert durch die erwähnten Aptychenschichten und die Schichten der

A. acanthicus und darüber folgt die als Tithon bezeichnete Schichtengruppe, die in der Juraformation gewissermaßen dieselbe Rolle spielt, wie die rhätische Stufe in der Trias. Diese thitonische Stufe ist in der mediterranen Provinz sehr verbreitet und zerfällt in zwei Unterabteilungen, nämlich in die

1) Diphyakalke, Kalksteine mit Terebratula diphya zu unterst, und die
2) Strambergerschichten, Kalk mit A. ptychoicus und Nerineen zu oberst.

Die Juraprovinzen.

Man unterscheidet in Europa drei Provinzen oder bestimmt abgesonderte und durch eine eigene Fauna entwickelte Gebiete in der Juraformation, nämlich:

1) Die boreale Juraprovinz, der die Korallenbildungen abgehen und die charakterisiert ist durch das Fehlen der Ammoniten; sie umfaßt die arktischen Gebiete der Juraformation;
2) die mitteleuropäische Provinz und
3) die mediterrane Juraprovinz.

Die beiden letzteren Provinzen unterscheiden sich von einander durch das Fehlen gewisser Ammonitenfamilien in einer und deren Vorhandensein in der andern Provinz. Die Erstreckung der mitteleuropäischen Provinz besagt schon deren Name. Die mediterrane Provinz umfaßt die Juragebiete der Alpen, der Karpathen, der iberischen und der italischen Halbinsel, der Balkanhalbinsel &c.

Die Verbreitung der Juraformation.

In Deutschland kennt man drei verschiedene Juragebiete: das süddeutsche Juragebiet, welches den Jura in Elsaß-Lothringen, in Baden, Württemberg und Bayern in sich begreift, das norddeutsche Juragebiet und das oberschlesische Juragebiet.

In Frankreich unterscheidet man zwei Juragebiete, ein nördliches, dessen östlicher Teil sich enge an die süddeutsche Juraformation anschließt, und ein südliches, mehr im Zentrum des Landes befindliches.

In England ist die Juraformation im Osten des Landes typisch entwickelt, in der Schweiz im Juragebirge, in Österreich in den Karpathen, in Mähren und Böhmen, im Alpengebirge gehören der Juraformation mächtige Ablagerungen an, wie schon erwähnt worden ist, in Spanien und Portugal, in Italien, auf der Balkanhalbinsel kennen wir jurassische Schichtenreihen, im Norden im südlichen Schonen, auf Bornholm, in den russischen Ostseeprovinzen. Mächtig ist die Juraformation im zentralen Rußland bei Moskau entwickelt. Auch in Spitzbergen und in Grönland kommt die Juraformation vor, ebenso in Sibirien, in Indien, in Südamerika (Bolivia und Chile) und in Nordamerika.

Die Lagerungsverhältnisse der Juraformation sind vielfach gestörte; auch hier sind die Gesteinsschichten oftmals gefaltet, auf den Kopf gestellt, überkippt ꝛc.

Die Eruptivgesteine der Juraformation. In Deutschland kennt man kaum Eruptivgesteine jurassischen Alters, wohl aber in Schottland (Insel Mull und Skye an der Westküste), in den Pyrenäen und in Nordamerika, und zwar Granite, Quarzporphyre und Syenite.

An nutzbaren Mineralien ist die Juraformation dagegen verhältnismäßig reicher. Der Lias führt Eisensteine in Norddeutschland, oolithisches Eisenerz und Sphärosiderit, so bei Helmstedt, Harzburg, am Kahlenberg bei Echte und noch an vielen anderen Orten. Das bekannte Clevelandeisen Englands entstammt dem dortigen mittleren Lias, woselbst dasselbe sich als Eisencarbonat findet. Steinkohle kennt man in der Liasformation verschiedener Länder, so bei Fünfkirchen in Ungarn, in Persien und China. Auch der Dogger führt in Schwaben, Lothringen und Luxemburg Eisenerze, oolithisches Eisenerz und Thoneisenstein, welche von großem Einfluß auf die industriellen Verhältnisse dieser

Länder sind. Asphalt kommt im Malm Norddeutschlands (Braunschweig und Hannover), und des Schweizer Juras vor.

Das cretaceische System oder die Kreideformation.

Die Kreideformation hat ihren Namen nach einem ihr zugehörigen Gesteine, der sogenannten Schreibkreide, erhalten, einem weißen, erdigen und abfärbenden Kalksteine, der fast nur aus, für das unbewaffnete Auge unsichtbaren kleinen Schalen von winzigen Meerestieren (Foraminiferen) zusammengesetzt ist.

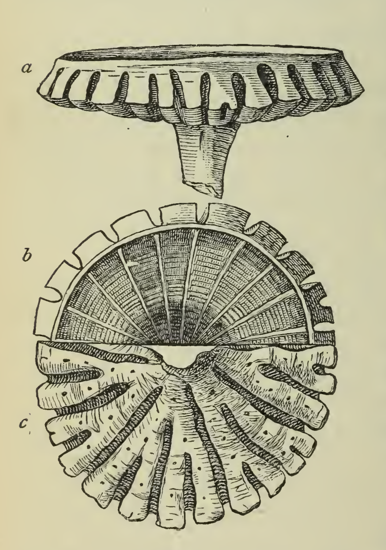


Fig. 116. Coeloptychium incisum, *Römer*. a von der Seite — b von oben — c von unten. Aus dem Senon.

Petrographischer Charakter der Kreide.[1]

Außer diesem Gesteine herrschen in der Kreideformation noch Sandsteine, Sandablagerungen, Kalksteine, Mergel und Thone, auch Konglomerate vor.

Paläontologischer Charakter des cretaceischen Systems.

Die Flora der Kreideformation besteht zu unterst noch aus Farnen, Cycadeen und Koniferen, erst in den oberen Abteilungen treten auch angiosperme Dikotyledonen auf (Credneria, Debeyia, Quercus, Ficus, Salix etc.), die sich in Europa zuerst im Cenoman finden,

während dieselben auf dem nordamerikanischen Kontinente schon in den unteren Kreideablagerungen gefunden worden sind, und zwar in der sogenannten Potomacformation.

Die Fauna der Kreideformation. Foraminiferen (Globigerina) treten hier gesteinsbildend auf, Schwämme sind in großer Anzahl und durch viele Arten vertreten (Manon, Coeloptychium [Fig. 116], Coscinopora), desgleichen die Korallen, wenn auch diese seltener sind, als in der Juraformation, und auch meist nur in den oberen Abteilungen der Kreideformation und in den alpinen Gebieten



Fig. 117. Galerites albogalerus, *Lam.* Aus dem Turon.

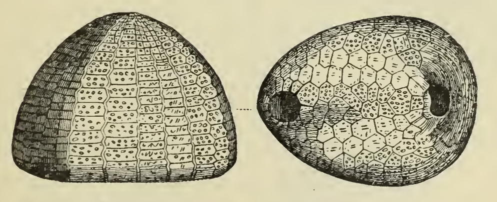


Fig. 118. Echinocorys ovata, *Leske sp.* Aus dem Senon.

riffbauend auftreten (Faxe auf Seeland). Besonders wichtig sind Cyclolites, Micrabacia, Cladocora, Calamophyllia, Caryophyllia und andere Arten mehr. Die Crinoideen sind ebenfalls nicht mehr so reichhaltig vertreten, als in der Juraformation. Zu großer Blüte gelangen dagegen die Echiniden mit den Gattungen Cidaris, Toxaster,

Discoidea, Galerites (Fig. 117), Micraster, Echinocorys (Fig. 118) ꝛc. Die hauptsächlichsten Geschlechter der Brachiopoden sind Rhynchonella, Terebratula, Crania, Terebratella, Magas etc.; auch die Bryozoen kommen in der Kreide in Betracht (Eschara u. a. mehr), desgleichen die Würmer mit der Gattung Serpula. Die Zweischaler sind in der Kreidezeit sehr stark entwickelt gewesen. Es seien als Beispiele hier genannt Ostraea, Exogyra, Lima, Pecten, Spondylus (Fig. 121), Inoceramus (Fig. 119 und Fig. 120), Trigonia, Unio, Cyrena etc. Nicht zu vergessen sind hier die Rudisten mit ihren Gattungen Radiolites,

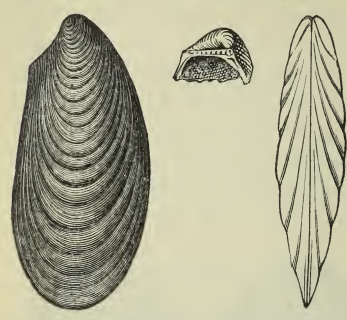


Fig. 119. Inoceramus labiatus, *Brongn.* Aus dem Turon.

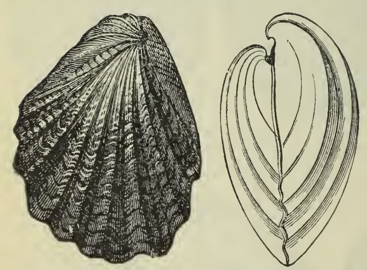


Fig. 120. Inoceramus sulcatus, *Park.* A. d. Gault.

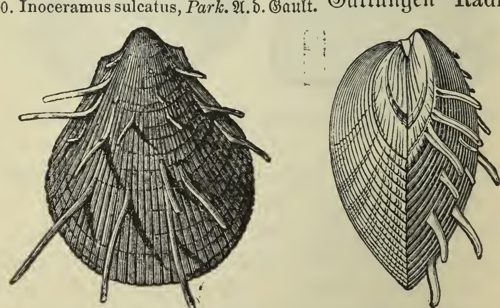


Fig. 121. Spondylus spinosus, *Sow. sp.* Aus dem Turon.

Hippurites, Sphaerulites etc. Die wichtigsten Gastropoden sind wohl folgende: Nerinea, Turritella, Melania (Fig. 122), Paludina etc. Die Cephalopoden treten noch mit einer Menge zumteil höchst eigentümlicher Arten auf, sterben aber gegen Schluß der Kreideperiode zum größten Teile aus. Genannt seien



Fig. 122. Melania strombiformis, *Schloth.* Aus dem Wealden.

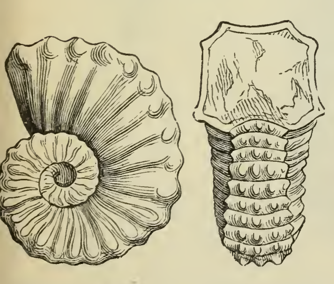


Fig. 123. Ammonites Rotomagensis, *Brongn.*

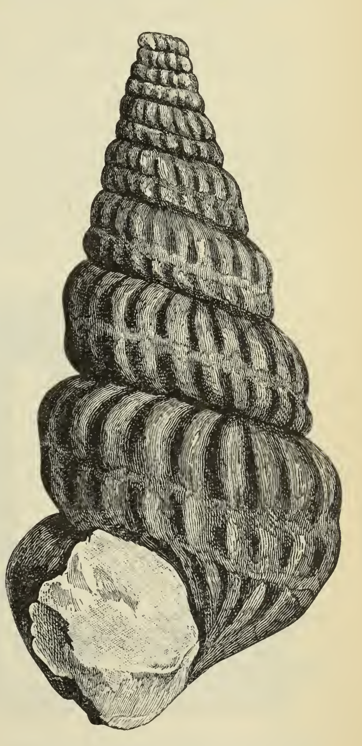


Fig. 124. Turrilites costatus, *de Roissy.* Aus dem Gault.

die Genera Ammonites (Fig. 123), Turrilites (Fig. 124), Ancyloceras (Fig. 125 S. 188), Crioceras, Toxoceras, Scaphites, Nautilus und die Familie der Belemniten mit der

Untergattung Belemnitella (Fig. 126). Die Crustaceen erscheinen mit mehreren wichtigen Gattungen (Cypris, Callianassa), auch eine Anzahl echter Krabben findet sich schon.

Die wichtigsten Gattungen der Fische sind Lepidotus, Otodus, Corax und Oxyrhina; von den übrigen Wirbeltieren müssen wir uns auf die Erwähnung der allerwichtigsten beschränken. Während die Sauriergattungen der Juraformation bedeutend zurücktreten, finden sich neue, wenn auch weniger wichtige Gattungen (Mosasaurus).

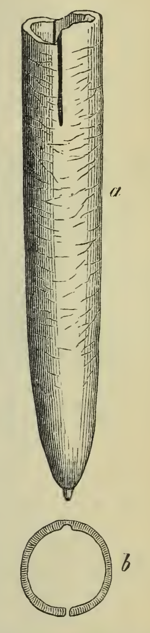


Fig. 126. Belemnitella mucronata, *Schloth sp.* a Vollst. Scheide — b Querschnitt durch den obern Teil der Scheide, die Alveolarhöhle, die Alveolarspalte und die Alveolarrinne zeigend.

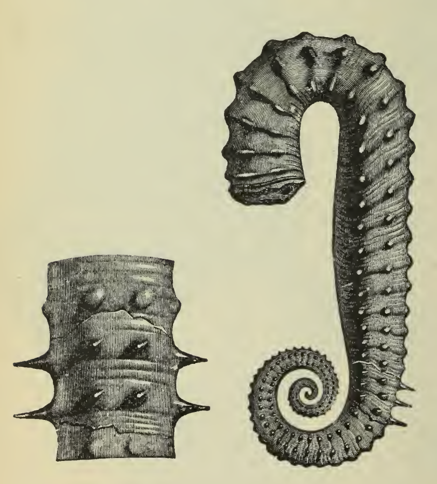


Fig. 125. Ancyloceras matheronianum, *d'Orb.* Aus dem Gault.

Wichtiger dagegen sind die Überreste der Dinosaurier (Inguanodon, Megalosaurus). Von Vögeln sind zu nennen die mit Zähnen in den Kiefern versehenen Odontornithen (Hesperornis, Ichthyornis).

Einteilung der Kreideformation.

Man teilt die Kreideformation ein in folgende fünf Glieder:

1) Neocom oder Hils mit dem Wealden.
2) Gault.
3) Cenoman.
4) Turon.
5) Senon.

1) **Das Neocom oder Hils mit dem Wealden.** Man versteht darunter die unteren Glieder der Kreideformation; das Neocom oder Hils nennt man die Meeresablagerungen jener Periode, während unter der Bezeichnung Wealden oder Deister die Süß- und Brackwasserschichten der unteren Kreide verstanden werden. Als Leitfossilien des Neocom kann man ansehen Toxaster complanatus, *Ag.*, Rhynchonella multiformis, *Roemer*, Exogyra Couloni, *d'Orb.*, als solche des Wealden Melania strombiformis, *Schloth.* (Fig. 122), Unio Waldensis und andere mehr. Der Name Neocom stammt von der Lokalität Neufchatel in der Schweiz, woselbst dieses Formationsglied zuerst entdeckt wurde, und ist die griechische Übersetzung dieses Wortes. Die Bezeichnung Wealden kommt von der Gegend in England, woselbst man dieses Formationsglied zuerst erkannt hat, the weald. Man nennt dasselbe auch die Wälderformation, oder nach der deutschen Gegend, in der es ansteht, die Deisterformation.

Das Neocom wird in mehrere Unterabteilungen zerlegt, die hier zu erörtern kein Platz ist; die Wealdenbildung trennt man in ein unteres, sandiges, und in ein oberes, thoniges Glied (Wealdensandstein und Wealdenthon). Die Neocomformation ist allgemeiner verbreitet, während das Wealden nur an wenigen Stellen entwickelt ist, und zwar in den englischen Grafschaften Sussex, Essex und Kent, in der Nähe von Boulogne und im nordwestlichen Deutschland, und zwar in Braunschweig, Hannover und im Teutoburger Wald.

2) **Das Gault.** Im Gault herrschen die Thone und Mergel vor, während die Sand- und Kalksteine nur eine untergeordnete Rolle spielen. Zu der Gaultbildung und zwar zu deren obersten Gliedern gehört auch das Flammenmergel genannte Gestein, ein von dunkeln Streifen durchzogener Mergel. Die Fauna des Gaults ist eine marine; hier kommen die eigentümlichen Cephalopodengeschlechter Ancyloceras, Toxoceras etc. vor. Man gliedert die Gaultbildung wieder wie folgt in Deutschland:

Zu unterst die Ancyloceras-Schichten,
dann die Schichten mit Belemnites brunsviciensis,
die Schichten mit Belemnites Ewaldi (Gargas-Mergel),
die Schichten der Ammonites Milletianus und
die Schichten der Belemnites minimus,
zu oberst die Flammenmergel.

In der südlichen Kreidezone ist das obere Neocom und die Gaultbildung als mächtige Ablagerung von weißen Kalksteinen entwickelt, mit dazwischen lagernden Mergeln, der erste Rudistenhorizont. Im Norden Frankreichs zeigt sich die Gaultbildung als Sand- und Thonbildung, deren unterstes Glied das Aptien, deren oberes jedoch das Albien genannt wird. Das Gault ist eine allgemeinere und größere Verbreitung besitzendes Glied der Kreideformation.

3) **Das Cenoman.** Auch das Cenoman ist eine marine Bildung von vorherrschenden glaukonitischen Sandsteinen, dabei von Thonen und Mergeln. Als dessen wichtigste Glieder sind zu nennen die Schichten der Ostrea diluviana und die Schichten der Ammonites Rotomagensis (Fig. 123). Die ersteren, unteren, sind auch lokal als chloritische Sandbildung entwickelt (Essener Grünsand). In Frankreich bestehen die Cenomanbildungen im Norden aus Thonen und Sanden, mit untergeordneten

Kalksteinen. Die unteren Schichten, grüne Sande, mit Pecten asper, nennt man Tourtia-Kreide. In England ist die Hauptbildung des Cenomans der Upper greensand, im Gegensatz zum Lower greensand, der obersten Abteilung des englischen Neocom. In der südlichen Kreidezone entspricht der zweite Rudistenhorizont den Cenomanbildungen. In Sachsen und Böhmen ist das Cenoman als mächtige Sandsteinformation, der Unterquader oder Unterpläner, entwickelt, zu unterst mit Lagern glaukonitischer Sandsteine, darauf der eigentliche Quadersandstein. Auch darin finden sich Ostrea diluviana, Pecten asper etc.

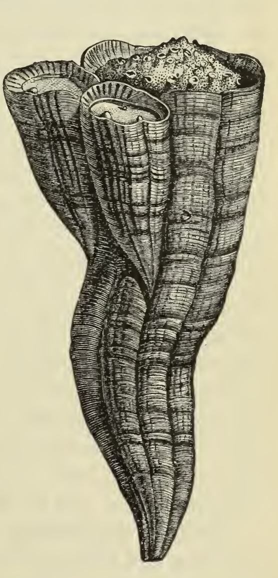


Fig. 127. Hippurites Toucasiana, *d'Orb.*, ein Rudist aus der Kreide.

4) **Das Turon.** Hier herrschen Mergel (Kreidemergel) und Sandsteine vor. Die wichtigsten Glieder des Turon sind zu unterst die Schichten mit Inoceramus labiatus und diejenigen mit Galerites albogalerus und die oberen Schichten mit Scaphites Gleinitzi und Inoceramus Cuvieri. In der südlichen Kreidezone sind die Turonbildungen als dritter Rudistenhorizont entwickelt, der sich in Spanien, Portugal und anderen Ländern wiederfindet. Hierher gehört auch der Seewenkalk der westlichen Nordalpen. In Sachsen und Böhmen entsprechen die Mittelquader oder Mittelpläner genannten mächtigen Sandsteinbildungen dem Turon, zu unterst mit Inoceramus labiatus, in den mittleren Schichten

mit Inoceramus Brogniarti, zu oberst mit Scaphites Geinitzi. Die Turonbildungen haben allgemeine Verbreitung.

5) **Das Senon.** Der petrographische Charakter des Senons besteht aus Kreidekalken, Kreidemergeln, Schreibkreide mit Feuersteinen, aus Kreidetuff, einem lockeren, meist aus Bryozoen und Foraminiferen bestehenden Kreidemergel, aus Sanden, thonigen Kalksteinen und Sandsteinen.

Wir teilen das Senon ein in drei Hauptunterabteilungen, nämlich in die Quadratenkreide mit Belemnitella quadrata, und in die Mukronatenkreide mit Belemnitella mucronata als Leitfossil; zu oberst die Faxekreide (nach der Lokalität Faxe auf Seeland), auch Danien (nach Dania = Dänemark) genannt. Die Emscher Mergel Westfalens gehören dem untern Senon an; auch die Ablagerungen der Gosau im Salzkammergut, früher für Turon gehalten, sind hierher zu stellen. Die Fauna des Senons ist ungemein reich an Foraminiferen, Spongien, Seeigeln (Echinocorys ovata), Bryozoen, Brachiopoden und Mollusken. Die Kalke von Faxe sind von Korallen und Bryozoen gebildete Riffe. In Sachsen und in Böhmen gehört die Oberquaderbildung oder der Oberpläner zum Senon, eine mächtige Sandsteinbildung, die besonders schön in den bekannten Bergformen der Bastei, des Königsteins rc. zutage tritt. In der südlichen Kreidezone treten auch hier wieder nur die Rudisten auf.

Nördliche und südliche Kreidezone. Wir sprachen mehrfach schon von einer nördlichen und von einer südlichen Kreidezone. Hier die Erklärung dafür: Die nördliche Kreidezone umfaßt Norddeutschland, Schweden, England und Nordfrankreich und ist ausgezeichnet durch das Vorkommen von Ammoniten und von Belemniten, die in der südlichen Zone nicht so reich vertreten sind, wogegen hier die Hippuriten (Rudisten) auftreten, die der nördlichen Kreidezone mit lokalen Ausnahmen fehlen. Die südliche Zone umfaßt die Alpen und die südlich davon liegenden Gebiete. Dieser Unterschied in der Fauna der beiden Zonen oder

Provinzen beruht wohl auf klimatischen Differenzen der Kreidezeit.

Die Verbreitung der Kreideformation ist eine sehr große. Man unterscheidet in Deutschland die baltische Kreide (die mit den dänischen und südschwedischen Kreidebildungen zusammenhängenden Kreidevorkommen Nordostdeutschlands), die Kreide des nordwestlichen Deutschlands, die westfälische Kreide, die Aachener Kreide und die sächs.-böhmische Kreide oder die Quader- oder Plänerkreide. In England ist die Kreideformation auf der Ost- und Südseite des Landes entwickelt, in Frankreich im Norden, im Pariser Becken, im Zentrum des Landes, an der Garonne, die Garonne-Kreide, und im französischen Alpengebiete und in den Pyrenäen. Wir kennen die Kreide in Europa weiter in Oberschlesien, in den Karpathen, hier, wie in noch anderen Gebieten der österreichischen Lande als Karpathensandstein, am Nordrande der Alpen und im zentralen Rußland; in Nordamerika und Südamerika ist sie uns ferner bekannt, desgleichen in Algier, an etlichen Stellen Ostasiens (Insel Sachalinsk), in Australien und in den nordpolaren Gebieten, wo sie in Grönland Abdrücke von Blättern von Laubhölzern führt.

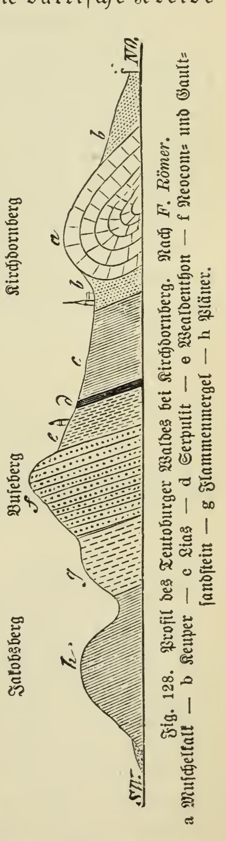


Fig. 128. Profil des Teutoburger Waldes bei Kirchdornberg. Nach *F. Römer.* a Muschelkalk — b Keuper — c Lias — d Serpulit — e Wealdenthon — f Neocom- und Gaultsandstein — g Flammenmergel — h Pläner.

Die Eruptivgesteine fehlen fast gänzlich in der Kreideformation; wo Kreideschichten von denselben durchsetzt

wurden, wie z. B. in der sächsischen Schweiz und in den Karpathen, da gehören die eruptiven Massen fast durchweg einer spätern Zeit an.

Die nutzbaren Mineralien der Kreideformation

beschränken sich auf das Vorkommen von Phosphoriten im Gault und Cenoman Frankreichs, Englands, Podoliens und Innerrußlands (Smolensk), von Steinkohle im Deister Hannovers, von Thoneisenstein im Nordwesten Deutschlands (Hildesheim und Umgebung), von Eisenoolith an verschiedenen Punkten Frankreichs, von Asphalt im Kanton Neufchatel in der Schweiz (Presta bei Travers), bei Bentheim in Westfalen, und schließlich von Strontianit in den Senonschichten derselben Provinz, in der Gegend von Münster und Lippe.

Vierzehnter Abschnitt.

Die känozoische Aera oder Formationsgruppe.

Die Tertiärformation oder das tertiäre System.

Mit dem Beginne der känozoischen Zeit fangen gewisse Tier- und Pflanzenformen, deren erstes Auftreten noch in die mesozoische Formationsgruppe fällt, an, sich mächtig zu entwickeln, die ganze organische Schöpfung trägt schon zumteil den Charakter der heutigen Tier- und Pflanzenwelt an sich und ist viel mehr individualisiert, als dies in der mesozoischen Zeit der Fall gewesen war. Hingegen verschwinden wieder große Pflanzen- und Tierfamilien völlig von der Erdoberfläche, die in der mesozoischen Formationsgruppe zu bedeutender Entfaltung gelangt waren und eine

große Rolle in derselben gespielt hatten, wie z. B. die Ammoniten, die Rudisten, die Inoceramen ꝛc. Je mehr wir in die höheren Schichten der Tertiärformation gelangen, um so mehr Tier- und Pflanzenformen, die mit den heutzutage auf der Erdoberfläche vorhandenen sehr nahe verwandt oder gar identisch sind, treffen wir in denselben an.

Da in der Tertiärformation schon bedeutende klimatische Unterschiede sich geltend gemacht haben, die gleichalterigen Ablagerungen daher in den verschiedensten Facies entwickelt sind, so ist es bei dem beschränkten Raum, über den wir hier gebieten, nur möglich, die allerwichtigsten Glieder der Tertiärformation hervorzuheben.

Der petrographische Charakter der Tertiärformation ist ein ziemlich einförmiger. Es kommen hier in Betracht Sandablagerungen, Sandsteine, Kalksteine, Thone und Mergel, Quarzite, Gerölle und Konglomerate.

Die Flora der Tertiärformation. Als besonders wichtig sind zu nennen Nadelhölzer und Palmen, ferner die zu mächtiger Entwickelung gelangten angiospermen Dikotyledonen. Die Kryptogamen der paläozoischen Zeit fehlen fast ganz, auch die Cycadeen der mesozoischen Formationsgruppe sind schon selten geworden.

Die Fauna der Tertiärformation. Zwischen derselben und jener der mesozoischen Zeit besteht der schon erwähnte Hauptunterschied, daß noch jetzt lebende Spezies im Tertiär erscheinen und die Wirbeltiere, ganz besonders die Säugetiere, eine große Rolle spielen. Foraminiferen finden sich in großer Menge, die Schwämme werden selten, doch kennen wir wohl nur erst wenige Schwammformen des Tertiärs, da wir mit wenigen Ausnahmen noch keine Kunde von Tiefseeablagerungen der Tertiärzeit haben. Auch die Korallen treten, was die Menge ihres Vorkommens betrifft, zurück, ebenso die Echinodermen, von denen meist nur noch die Echiniden vorwalten; das Gleiche läßt sich von den Brachiopoden sagen, die überhaupt von nun an seltener

werden. Die Gastropoden und Zweischaler sind zu reicher Entwickelung gelangt; von den in der mesozoischen Zeit so ungemein reich vertretenen schalentragenden Cephalopoden finden sich nur noch sehr wenige Arten, darunter Nautilus. Die Arthropoden sind durch alle ihre heute noch lebenden Abteilungen, mit nur wenigen Ausnahmen, vertreten, die Wirbeltiere und deren mächtige Entfaltung in der Tertiärzeit sind schon erwähnt worden; Fische, namentlich auch Haifische, kommen in vielen Arten vor, dann Vögel und endlich die Säugetiere.

Die Einteilung des Tertiärs

beruhte früher auf dem Prozentverhältnis der noch lebenden Molluskenspezies zu den ausgestorbenen; es ist daher in früherer Zeit eine Dreiteilung der Tertiärformation in folgende Abteilungen aufgestellt worden:

Eocän (etwa 3 % noch lebende Spezies),
Miocän (etwa 10—40 % noch lebende Spezies),
Pliocän (etwa 40—90 % noch lebende Spezies).

Diese Einteilung hat sich jedoch nicht als praktisch erwiesen und man hat sich genötigt gesehen, mit Beyrich noch eine weitere, 4. Abteilung zwischen die 1. und die 2. einzuschieben, die man Oligocän genannt hat. Die heutige Einteilung wäre demnach folgende:

Eocän, Oligocän } Paläogenes Tertiär,
Miocän, Pliocän } Neogenes Tertiär.

Eocän und Oligocän werden von manchen Geologen auch als Nummulitensystem, Miocän und Pliocän dagegen als Molassesystem zusammengefaßt.

Das Eocän.

Die wichtigsten zum Eocän gehörigen Bildungen sind die Ablagerungen Englands, von den englischen Geologen

auch Paleocän genannt. Es sind zumteil brackische, vorherrschend aber marine Bildungen, deren wichtigstes Glied wohl der Londonthon und der Bagshotsand ist, mit mariner Fauna und den eingeschwemmten Überresten von Landpflanzen und von Landtieren. Sodann sind weiter hier zu nennen und nicht minder wichtig als die englischen Ablagerungen die Eocänbildungen des Seinebeckens, wechselnde brackische und Süßwassersedimente, aus Sanden, Thonen und Kalksteinen, dem Pariser Grobkalke, bestehend. Diese letztere Bildung führt eine Menge Fossilien, wovon besonders bemerkenswert sind gewisse Foraminiferen, wie die Milioliden und Nummuliten, welche förmlich gesteinsbildend auftreten, dann

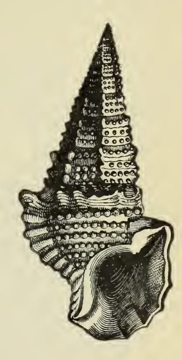


Fig. 129. Cerithium hexagonum, *Brongn.* Aus dem Pariser Grobkalk.



Fig. 130. Crassatella ponderosa, *Nyst.* Aus dem Pariser Grobkalk.

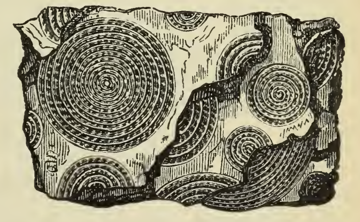


Fig. 131. Nummulina Puschi, *d'Arch.* Aus dem Nummulitenkalkstein der Pyrenäen.

eine große Menge Gastropoden (Cassis, Cerithium [Fig. 129], Turritella, Conus, Fusus und andere mehr) und Zweischaler (Crassatella [Fig. 130], Cardium, Venericardia, Chama, Lucina etc.), sowie die ersten Spuren von placentaren Säugetieren.

Im Süden ist das Eocän in der Nummulitenfacies entwickelt und es erreicht in dieser Ausbildung eine sehr große Ausdehnung in den Alpen, den Apenninen, den Karpathen, Pyrenäen, in Griechenland und in der Türkei, in Spanien, in Kleinasien, in Ägypten, Algier, Persien, Ostindien ꝛc. Meist sind die Nummuliten führenden Kalksteine hart, von heller oder von dunkler Farbe, dicht oder thonig,

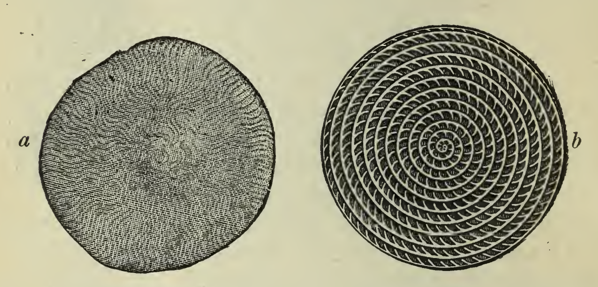


Fig. 132. Nummulina nummularia, *Lk.* a Äußere Ansicht — b Horizontaldurchschnitt durch die Schale.

oder auch sandig und oftmals so sehr von Nummuliten erfüllt, daß förmliche Nummulitenkalke entstehen. Die in der Nummulitenformation auftretenden Nummuliten gehören sehr verschiedenen Spezies an; es seien hier nur einige der wichtigsten Formen, Nummulina planulata, N. variolaria, N. Puschi (Fig. 131), N. laevigata, N. Gizehensis (Fig. 132), genannt. In den Ablagerungen der Nummulitenfacies finden sich neben diesen Foraminiferen noch Gastropoden, Pelecypoden, Seeigel, überhaupt die verschiedensten Fossilien.

Eine andere Faciesentwicklung des Eocäns in den Alpen ist die Flyschbildung. Unter Flysch versteht man eine besondere Art von thonigem Schiefergestein, dünnblättrige Mergelschiefer mit Zwischenlagen von kalkigen Sandsteinen und von Konglomeraten. Dieser Flysch führt zahlreiche

Überreste von Fucoiden, von Meeresalgen, von welchen einige häufigere Formen untenstehend abgebildet sind (Fig. 133). Die Flyschbildung, die oftmals, wie auch die

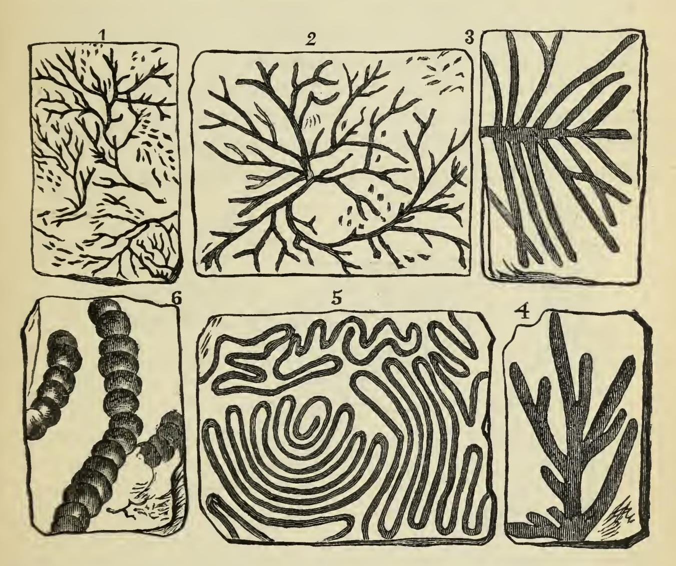


Fig. 133. 1) Chondrites intricatus, *Sternb.* — 2) Chondrites Targionii, *Sternb.* — 3) Chondrites patulus, *F. O.* — 4) Chondrites inclinatus, *Brong.* — 5) Helminthoidea labyrinthica, *Heer.* — 6) Muensteria annulata, *Schaf.* = Taenidium Fischeri, *Heer.*

Nummulitenbildung, mehrere hundert Meter Mächtigkeit erreicht, ist übrigens nicht durchaus zum Eocän zu rechnen. Nach neueren Untersuchungen von G. Böhm in München gehört ein Teil davon deroberen Kreide an.

Das Oligocän.

Auch hier seien zuerst die englischen Oligocänablagerungen genannt, welche ebenfalls, wie die daselbst ausgebildeten Eocänschichten, aus Sanden, Mergeln und Thonen bestehen

und teils brackische, teils marine Sedimente repräsentieren. Zu oberst finden sich auch Braunkohlenbildungen.

Im Seinebecken folgt auf die eocänen Ablagerungen eine Reihe von Sedimenten, wovon das oberste und das unterste als Ablagerung aus Süßwasser, das mittlere Glied jedoch als marine Bildung aufzufassen ist.

Die unterste dieser beiden Süßwasserbildungen nennt man die Gruppe der Süßwasserkalke und der Gipse. Sie besteht aus Mergeln und Kalken von heller Farbe und oftmals reich an kieseligen Beimengungen. In

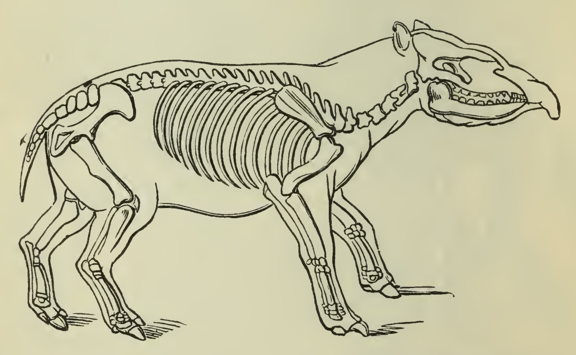


Fig. 134. Palaeotherium magnum, *Cuv.* Aus dem Gipse vom Montmartre (restauriert).

den Mergeln finden sich Strontianitnieren. In den Gipsmergeln (Montmartre) dieser Abteilung kommen die berühmten Zwillingskrystalle von Gips und die ebenso bekannten Menilitknollen vor, dabei auch die Knochen des Anoplotherium und des Palaeotherium (Fig. 134), der Stammväter der Wiederkäuer einerseits und der Schweine und Dickhäuter anderseits.

In der mittleren, sandigen und marinen Ablagerung finden sich als Hauptfossilien Zweischaler und Gastropoden (Cyrena, Corbula, Ostraea, Aporrhais, Fusus etc.)

und die berühmten als krystallisierter Sandstein von Fontainebleau bekannten Konkretionen.

Die obere, zweite Süßwasserbildung besteht aus dem Kalkstein der Beauce und den Mühlsteinen (meulières) von Montmorency, zu unterst Schichten mit Limnaeus, zu oberst der sogen. Helicitenkalkstein, ein Mergelkalk mit Helix.


Fig. 135. Cerithium plicatum, *Brug.*

In der Schweiz tritt das Oligocän als untere Meeresmolasse und untere Braunkohlenbildung auf, erstere eine mergelige Sandsteinbildung mit denselben Leitfossilien, wie in den mitteloligocänen Bildungen Frankreichs, Englands und Norddeutschlands (Cerithium plicatum [Fig. 135], Cyrena semistriata), die letztere Bildung aus dem Nagelfluh genannten Konglomerate, aus Sandstein (sogenannte rote Molasse), Mergeln rc. bestehend, mit Braunkohlenflötzen, welche die Reste einer brackischen Fauna (Cyrene, Corbula etc.) und einer aus Zimmetlorbeerbäumen (Cinnamomum), Fächerpalmen (Sabal), Fiederpalmen (Phoenicites, Manicaria), Amberbäumen (Liquidambar) und noch anderen Arten mehr zusammengesetzten, der subtropischen Amerikas ähnlichen Flora führen. Solche Braunkohlenflötze finden sich in gewissen Gegenden der Schweiz, so in der Umgegend von Lausanne, am hohen Rohnen und in Deutschland in Oberbayern (Miesbach rc.).

Die Tertiärablagerungen im Elsaß gehören ebenfalls meist dem Oligocän an. Gewisse Sandkomplexe derselben sind petroleumhaltig (Lobsann).

Unter der Bohnerzformation versteht man Thone oligocänen Alters, die in den Spalten und auf Klüften des ältern Gebirges (Malm) auftreten und fast gänzlich erfüllt sind von kugeligen, schalig aufgebauten Konkretionen von unreinem, mit Kieselsäure und Thonerde vermischtem

Brauneisenstein. Dieselben enthalten oftmals in großer Menge die Überreste von **Anoplotherium** und **Palaeotherium**, sind wohl Quellabsätze, und gleichalterig mit den Gipsen vom Montmartre.

In Norddeutschland, woselbst das Oligocän mächtig entwickelt ist, unterscheiden wir eine Landbildung mit Braunkohlen und ein marines Oligocän. Die oligocäne Braunkohlenbildung Norddeutschlands besteht meist aus Thonen, Sanden und mehr oder weniger festen Konglomeraten, mit Braunkohlenflötzen, die aus verschiedenen Pflanzen (**Trapa, Salvinia, Cupressinoxylon, Taxodioxylon, Taxites, Amyloxylon etc.**) bestehen. Braunkohlenablagerungen finden sich in der Provinz und im Königreich Sachsen, in der Mark Brandenburg, in Schlesien und Pommern und am Niederrhein. Zumeist kommen mehrere Braunkohlenflötze übereinander vor, wie das nebenstehende Profil durch die Oligocänformation in der Umgegend von Halle, nach Laspeyres, zeigt (Fig. 136).

Fig. 136. Profil der Oligocänformation in der Gegend von Halle a. d. S. Nach *Laspeyres*. G Älteres Gebirge (hier Porphyr) — 1 Kapselthon — 2 Knollensteinzone — 3 Unterflötz — 4 Stubensand oder Quarzsand — 5 Oberflötz (sämtlich oligocäne Braunkohlenformation) — 6 Magdeburger Sand — 7 Septarienthon — 8 Form- oder Glimmersand — D Diluvium.

Die marinen Oligocängebilde Deutschlands sind folgende: Als die ältesten sind die bernsteinführenden Ablagerungen des Samlandes aufzufassen, deren untere Abteilung aus einem glaukonitreichen Sande mit Meeresconchylien (Ostraea, Fusus, Pectunculus) und mit Einlagerungen von blauer Erde mit Bernstein besteht, worüber eine weitere, viel weniger glaukonitreiche Abteilung mit Bernstein lagert. Der Bernstein enthält vielerlei Inklusen von Tieren und Pflanzen; erstere sind meist Dipteren, Arachniden und Myriapoden, letztere gehören zumeist den Koniferen (Thuja Kleiniana *Goepp.*) an, doch finden sich auch Reste von Laubbäumen (Eichen, Quercus Meyerianus *Ung.*). Das Bernstein genannte Harz haben wohl mehrere Baumarten geliefert.

Das untere Oligocän ist in Deutschland weiter vertreten durch die Sande von Helmstedt, Latdorf, Egeln, Magdeburg, Biere und Aschersleben mit Meeresconchylien (Voluta, Astarte, Spondylus etc.).

Das mittlere Oligocän vertreten die Rupelthone. Sie enthalten flache oder runde Mergelkalkkonkretionen, sogen. Septarien, weshalb man diese Ablagerungen auch mit dem Namen Septarienthone bezeichnet. Da aber Septarien auch in anderen Gebilden des Tertiärs sich finden, so ist diese Bezeichnung nicht ganz korrekt und muß durch die erstere ersetzt werden, welche A. v. Könen nach einem Lokalvorkommen dieser Ablagerungen von Rupelmonde in Belgien vorgeschlagen hat. Diese mitteloligocänen Bildungen führen viele Foraminiferen (Triloculina, Cristellaria), Pelecypoden, worunter als Leitfossil Leda Deshayesiana (Fig. 137 S. 204), Gastropoden &c.

Zum marinen Oberoligocän gehören die Sternberger Kuchen, die Schichten vom Doberg bei Bünde in Westfalen mit Terebratula grandis und Echinolampas Kleini als leitende Formen, und die Kasseler Sande.

Das Miocän und das Pliocän (Jungtertiär).

Zu den wichtigsten Miocänbildungen, die wir hier erwähnen wollen, zählt man die Ablagerungen des Wiener Beckens, diejenigen des Mainzer Beckens und die Vorkommnisse im Norden Deutschlands. Es werden die dazu gehörigen Pliocänablagerungen zugleich damit erwähnt werden.

Das Wiener Becken. Zu unterst liegen die als Mediterranstufe zusammengefaßten Gebilde, marine sandige

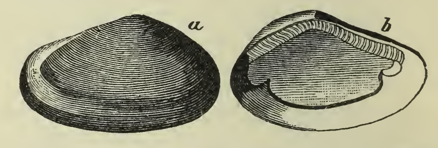


Fig. 137. Leda Deshayesiana, *Duch.* Aus dem marinen Mitteloligocän.

und thonige Schichten, darunter eine Mergelart, Schlier genannt, und ein blauer, plastischer, glimmerreicher Thon mit Gipskrystallen, der Tegel. An der Zusammensetzung dieser Bildungen nimmt auch ein oftmals konglomeratartig werdender Kalkstein, der Leithakalk, teil. Von Versteinerungen sind zu nennen als besonders wichtig gewisse Kalkalgen, die Nulliporen (Lithothamnium, Fig. 138), welche den Leithakalk oftmals so sehr erfüllen, daß er zum Nulliporenkalk wird, und Foraminiferen in großer Artenzahl und Menge. Von besonderer Wichtigkeit ist hier Amphistegina Haueri, *d'Orb.* (Fig. 139), die ebenfalls ganze Schichten des Leithakalkes zusammensetzt, den Amphisteginakalk. Daneben treten die verschiedensten Arten von Mollusken in diesen unteren Schichten auf.

Darüber folgt eine brackische Bildung, die Cerithiensande und Tegel von Hernals, zu oberst abschließend mit einer Thonbildung, dem Muscheltegel. Diese Ablagerungen, welche durch das massenhafte Vor-

kommen von Cerithium (Fig. 140), Tapes und Cardium charakterisiert werden, nennt man die sarmatische Stufe oder die sarmatische Tegelbildung. Auf derselben



Fig. 138. Lithothamnium ramosissimum, *Reuss sp.* Aus dem Miocän von Wien.

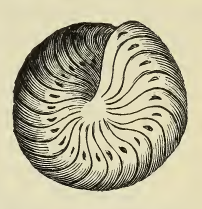


Fig. 139. Amphistegina Haueri, *d'Orb.* Aus dem Miocän v. Wien.

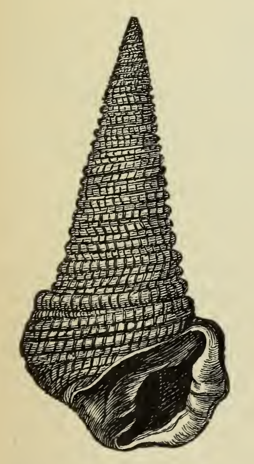


Fig. 140. Cerithium margaritaceum, *Brocchi.* Aus dem Miocän von Wien.

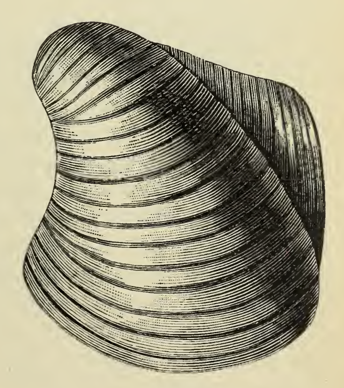


Fig. 141. Congeria subglobosa, *Partsch.* Aus dem Pliocän von Wien.

ruht eine pliocäne Brackwasserbildung, die Congerienschichten, Sande und Gerölle mit Überresten von Pflanzen (Pinus, Juglans, Quercus) und Säugetieren

(Dinotherium, Mastodon, Rhinoceros etc.) und mit haufenweisem Vorkommen gewisser Mollusken, wie z. B. Cardium apertum, *Münst.*, Congeria subglobosa, *Partsch* (Fig. 141), Melanopsis Martiniana, *Fér.* Die Bildungen des Wiener Beckens schließen nach oben ab mit der Belvederestufe, Schotter- und Sandbildungen fluviatilen Ursprungs, mit Überresten eingeschwemmter Schalen von Mollusken und Knochen von Säugetieren. Die jungtertiären Bildungen in Ungarn und Siebenbürgen, wie auch in Galizien sind reich an Steinsalzlagerstätten, darunter das bekannte Vorkommen von Wielizcka.

Das Mainzer Becken. Die tertiären Ablagerungen des Mainzer Beckens beginnen im Elsaß schon mit den eocänen Buchsweiler- und Melaniakalken, denen die sandigen, zumteil petroleumführenden Gebilde (Lobsann) und Rupelthone aufgelagert sind, weiter nach Norden jedoch erst mit dem oligocänen Meeressande, darüber Rupelthone mit Leda Deshayesiana, darauf die Cyrenenmergel, und dann erst die untersten Miocänbildungen, die Blättersandsteine mit Cinnamomum, Sabal etc., die Cerithienkalke mit Cerithium cinctum und die Landschneckenkalke mit Pupa, Dreissena, Cyclostoma, Helix und anderen mehr. Darauf folgen die Corbiculaschichten mit Cerithium plicatum, C. margaritaceum und Corbicula Faujasi, darüber die Litorinellenkalke, oftmals mit plattenförmiger Absonderung und erfüllt von Litorinella (Hydrobia) acuta (Fig. 142). Hierher gehören die Braunkohlenbildungen der Wetterau (Salzhausen).

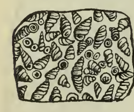


Fig. 142. Litorinella (Hydrobia) acuta, *Drap sp.* Aus dem Miocän von Mainz.

Das Pliocän im Mainzer Becken ist hauptsächlich entwickelt als eine Flußablagerung, die sogenannten Sande von Eppelsheim, mit den Resten von vielen Säugetieren, darunter Dinotherium (Fig. 143), Rhinoceros, Mastodon (Fig. 144 S. 208) ꝛc.

Zu den wichtigsten und zugleich jüngsten Miocänbildungen Norddeutschlands gehören die Glimmerthone Schleswig-Holsteins (Sylt, Langenfeld), Jütlands rc., dann die Ablagerungen von Lübtheen in Mecklenburg, hier mit Braunkohlen, ferner die Braunkohlenlager der Mark Brandenburg und Pommerns.

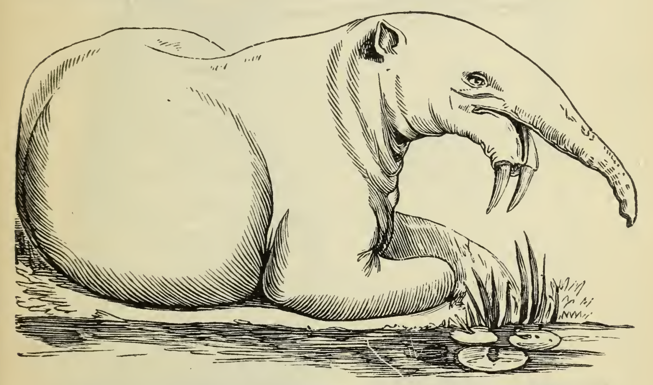


Fig. 143. Dinotherium giganteum, *Kaup*. Aus dem Tertiär. Restauriert.

Im südlichen Deutschland und in der Schweiz unterscheidet man drei wichtige neogene oder jungtertiäre Bildungen, die untere Süßwassermolasse (Blättersandsteine des Mainzer Beckens), die obere Meeresmolasse (helvetische Stufe, Schichten von St. Gallen), mit Mollusken und Haifischen (Turritella, Lamna), und schließlich die obere Süßwassermolasse, als deren interessantestes Glied wir die Deninger Schichten nennen mit einer reichen Flora, Populus mutabilis, *Heer*, Acer trilobatum, *Sternberg* (Fig. 145 S. 209), Cinnamomum, und vielen Insekten und Wirbeltieren Leuciscus, Andrias Scheuchzeri, dem Riesensalamander, ehemals von Scheuchzer für den vorsintflutlichen Menschen, homo diluvii testis, gehalten.

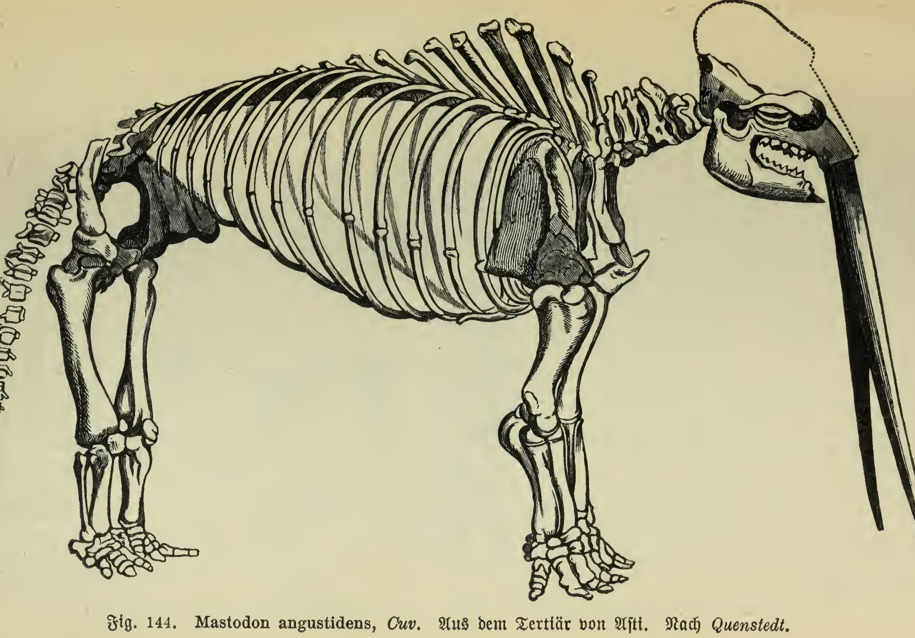


Fig. 144. Mastodon angustidens, *Cuv.* Aus dem Tertiär von Asti. Nach *Quenstedt.*

Der Crag Englands ist eine teils fluviatile, teils marine pliocäne Thon- und Sandbildung, welche eine zum größten

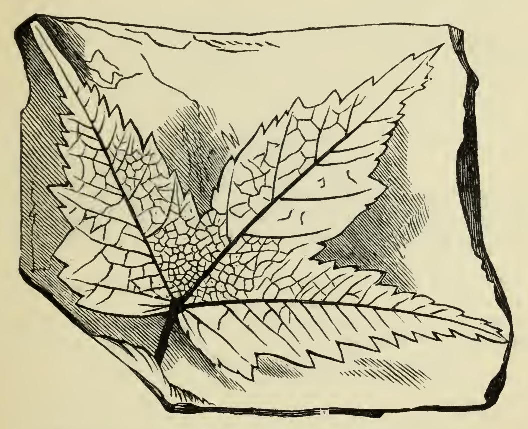


Fig. 145. Acer trilobatum, *Sternbg.* Aus dem Miocän.

Teil mit heute noch lebenden Formen identische Molluskenfauna, auch einzelne Moor- und Torfablagerungen mit Überresten von Säugetieren (**Forest beds**) führt. Sie vermittelt den Übergang zwischen den Tertiär- und den Diluvialbildungen, und läßt ein allmähliches Herabsinken der klimatischen Verhältnisse an den in ihr enthaltenen Mollusken deutlich erkennen.

Die Pliocänbildungen Italiens faßt man unter der Bezeichnung Subapenninenformation zusammen. Die Fauna (besonders Mollusken in großer Artenmenge) gleicht der mediterranen vollkommen und besteht meist aus denselben Arten.

Verbreitung der Tertiärformation.

Die Tertiärablagerungen sind allenthalben auf der Erde verbreitet, im Süden wie im Norden, sogar in Grönland,

wo sie dieselben Pflanzenformen führen, wie die miocänen Schichten Deutschlands und der Schweiz und sogar Braunkohlenflötze enthalten.

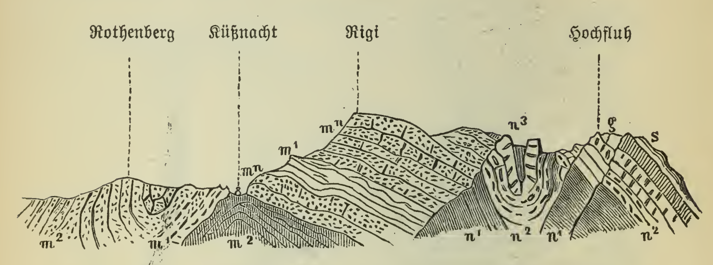


Fig. 146. Profil durch die Kreide- und Tertiärschichten der Voralpen am Vierwaldstättersee.
m¹ Ältere Molasse — mn Molasse-Nagelfluh — m² Jüngere Molasse — n¹ Untere Neocomschichten — n² Obere Neocomschichten — n³ Caprotinen- oder Schrattenkalk — g Gaultschichten — s Seewenschichten.

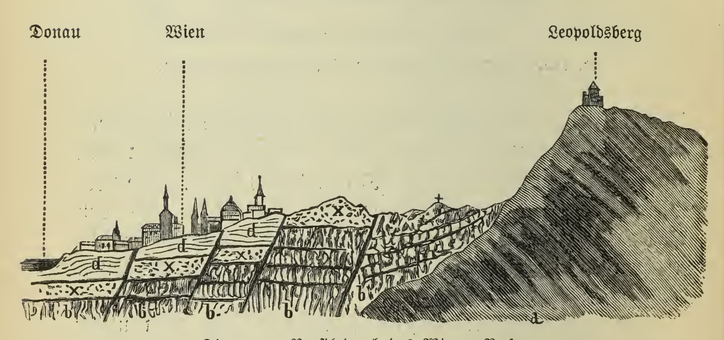


Fig. 147. Profil durch das Wiener Becken.
a Flysch oder Wiener Sandstein (zumteil) — b Marine Tertiärschichten (zumteil Leithakalk und Badener Tegel) — c Sarmatische Tertiärschichten (Cerithiensand und Tegel) — d Congerienschichten (Ingersdorfer Tegel und Belvedereschotter).

Die Lagerungsverhältnisse der Tertiärablagerungen sind vielfach noch die ursprünglichen; oftmals sind die Tertiärschichten aber mächtigen Faltungen, Hebungen, Senkungen und Verwerfungen unterworfen gewesen, wie

z. B. in den Alpen, in den Pyrenäen ꝛc., wie auch die nebenstehenden Abbildungen zeigen (Fig. 146 und 147).

An Eruptivgesteinen ist die Tertiärformation reich; man bedenke nur die zahlreichen vulkanischen Gebilde, welche in jener Periode entstanden, so z. B. das Siebengebirge, die Vulkane der Eifel, des Rhön und des Westerwaldes, des Hegaues, des Kaiserstuhles, des nördlichen Böhmens, Ungarns und Siebenbürgens, der Auvergne, Kataloniens und so viele andere mehr.

Von nutzbaren Mineralien sind besonders hervorzuheben der Schwefel in Sizilien, die Bohnerze und das Steinsalz. An gewisse Trachytarten ist in Ungarn und Amerika das Vorkommen von Gold- und Silbererzen in Gängen gebunden.

Die Pampasbildungen des Laplata-Stromes.

Der größte Teil der argentinischen Pampas ist von einer subärischen Bildung, unserem Löß ziemlich analog, dem Pampeano, bedeckt, der eine Menge Wirbeltierknochen, die Reste der von den Staubstürmen der Steppe begrabenen Riesentiere, wie Megatherium (Fig. 148 S. 212), Glyptodon, katzen-, lama-, hirschartiger Tiere, auch fossiler Pferde enthält. Diese Bildung soll nach Burmeister diluvial, nach Santiago Roth jedoch eocänen Alters sein; andere Forscher sind der Ansicht, dieselbe gehöre dem Jungtertiär an.

Quartärformation oder quartäres System.

Die diluvialen Gebilde.

Die diluvialen Gebilde sind in Nordeuropa und Nordamerika zumeist das Produkt eines Driftmeeres sowie des Inlandeises und der Gletscher; welche in jener geologischen Periode den größten Teil dieser Länderkomplexe bedeckten. Sie bestehen aus Geröllen, Sanden, Grußen und sandigmergeligen, sowie thonigen Bildungen. Eine besonders

interessante Bildung der Diluvialzeit ist der Löß (s. S. 38 und 73), der teils äolischer Provenienz ist, teils wohl in fließendem Wasser abgelagert wurde.

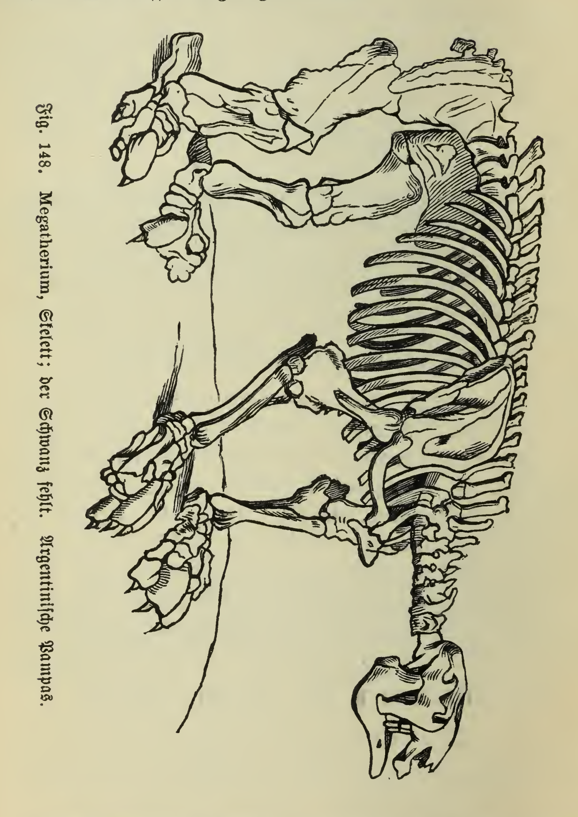


Fig. 148. Megatherium, Skelett; der Schwanz fehlt. Argentinische Pampas.

Die Flora und Fauna, deren Reste in den diluvialen Bildungen eingeschlossen sind, finden sich nicht immer auf primärer Lagerstätte, sondern sie sind oftmals durch andere Umstände in dieselbe gelangt. Man kennt in gewissen

Schichten der diluvialen Gebilde oder der Diluvialformation Süßwassermollusken, Landmollusken, Süß-

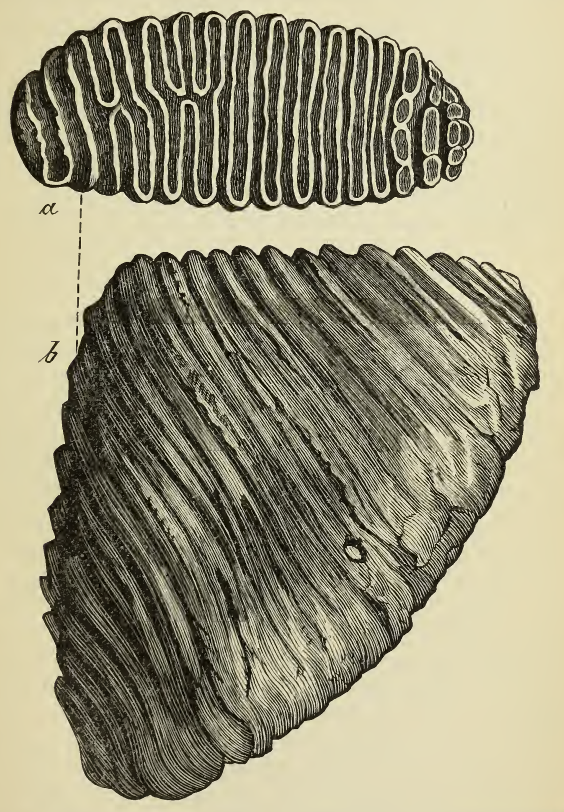


Fig. 149. Elephas primigenius. *Blumenb.* Backenzahn mit abgerollten Wurzeln. a von oben, b von der Seite. Aus dem Diluvium.

wasserfische, Säugetiere, marine Organismen und auch die Reste einer arktischen Flora. Von Süß-

wassermollusken ist als eines der wichtigsten Fossilien für die unteren diluvialen Bildungen Paludina diluviana zu nennen, von den Landmollusken verschiedene Arten von Helix, von den marinen Mollusken Cardium edule, Cyprina islandica und Yoldia arctica, von den Säugetieren Elephas primigenius (Fig. 149) (Mammut), Elephas antiquus, Rhinoceros tichorhinus, Bos primigenius, sowie die Überreste von Ursus, Cervus etc. Von den Pflanzen kommen hauptsächlich drei Arten in Betracht, nämlich Salix polaris, Betula nana und Dryas octopetala. Auch Überreste von Fagus, Alnus, Acer etc. sind bekannt.

Die Gliederung der diluvialen Bildungen.

Die Gliederung der diluvialen Gebilde wechselt an den verschiedenen Orten und in den verschiedenen Gegenden sehr. Man unterscheidet in Deutschland im allgemeinen zwei sandig-mergelige Bildungen, den sogenannten oberen und den unteren Geschiebemergel oder Geschiebelehm, welche beide oftmals durch eine Sand- und Geröllbildung von einander getrennt sind, den Diluvialsand, der lokal, so z. B. in Schleswig-Holstein, zahllose Bruchstücke von kleinen Mooskorallen (Bryozoen) führt, weshalb man denselben auch Korallensand oder Bryozoensand genannt hat. Auch als die untersten Gebilde der Diluvialformation treten solche grob- oder feinkörnigen Sandbildungen auf, lokal findet man ferner Thonbildungen ꝛc., so die Cyprinenthone Schleswigs mit den zahllosen Resten von Cyprina islandica, den Glindower Thon ꝛc. Diese unteren Glieder des Diluviums hat man als unteres Diluvium gegenüber den beiden Geschiebemergeln und der sie trennenden Sandbildung, dem mittleren Diluvium, aufgefaßt. Die oberste diluviale Sandbildung, meist nur ein Auslaugungsprodukt des oberen Geschiebemergels, bezeichnet man als oberes Diluvium.

Die Entstehung der diluvialen Gebilde.

Über die Entstehung der diluvialen Gebilde existieren zwei Ansichten, zu deren Erläuterung vorher hier noch einiges über die Zusammensetzung dieser Ablagerungen selbst gesagt werden muß. Die meisten diluvialen Schichten, mit Ausnahme einiger weniger untergeordneter Glieder, der geschiebefreien Bildungen, führen eine Menge größerer und kleinerer Geschiebe, entweder noch scharfkantige Bruchstücke oder abgerollte Steine. Diese Geschiebe lassen oftmals eine Reihe von Kritzen und Schrammen auf ihrer Oberfläche erkennen (gekritzte und geschrammte Geschiebe). Ganz besonders reich an solchen sind die Geschiebemergelbildungen, während in den Sandbildungen die Geschiebe vielfach weit abgerundeter und geröllartiger sind. Diese sämtlichen Geschiebe und Gerölle sind nun fast durchweg fremden Ursprungs, und eine genauere Untersuchung derselben hat ergeben, daß sie meist Stücke von Gesteinen sind, deren Heimat in nördlichen Regionen zu suchen ist und deren Anstehendes daselbst man teilweise auch schon aufgefunden haben will. So wissen wir von vielen in der norddeutschen Tiefebene verbreiteten Granitarten, daß sie aus Finnland stammen, manche Basalte und Diabase aus den ebenda vorkommenden Geschieben sind identisch mit solchen, die man anstehend in Skandinavien kennt, dasselbe gilt von vielen anderen Gesteinsarten, teils eruptiven, teils sedimentären Ursprungs, deren Herkunft aus Skandinavien, Finnland und den russischen Ostseeprovinzen man mit Sicherheit angeben zu können glaubt. Untersucht man nun die Geschiebemergel genauer auf ihre Bestandteile, so findet man, daß dieselben auch nur solche zerkleinerte Bruchstücke desselben Gesteinsmaterials sind, aus welchem die Geschiebe selbst bestehen.

Es war nun lange die Frage, auf welche Weise wohl dieses gröbere und feinere Material in unsere Breiten gekommen ist. Aufschluß darüber haben uns die vielfachen

Untersuchungen über die Gletscher der Alpen, ganz besonders aber diejenigen der glacialen Gebilde der nordarktischen Regionen gegeben, welche wir Männern wie Agassiz, Charpentier, Holland, Steenstrup, Torell und noch vielen anderen mehr verdanken. Während man früher nämlich annahm, die diluvialen Gebilde müßten in einem Ozean durch Treibeis zu uns gekommen sein, das mit solchen Geröllstücken beladen von den arktischen Regionen in unsere Breiten durch die Meeresströmungen massenhaft transportiert worden sei, woselbst diese Eisberge dann schmolzen und deren Last auf den Meeresboden niederfiel, die Drifttheorie, glaubt man heutzutage aus den Verhältnissen, die man in den Nordpolarländern, ganz besonders in Grönland kennen gelernt hat, schließen zu müssen, daß diese diluvialen Bildungen nicht als die Fracht von solchen Eisbergen anzusehen seien, wohl aber als durch das Inlandeis, das ehemals in unseren Breiten eine großartige Entwicklung gehabt haben soll (s. S. 72), hervorgerufene Erscheinungen. Die Geschiebemergel sollen nun die Grundmoränen dieses Inlandeises darstellen, die Sandbildungen jedoch die durch teilweise Vermittlung des Meeres durch die Schmelzwasser des Inlandeises in der Abschmelzperiode hervorgerufenen Auslaugungsprodukte dieser Geschiebemergel. Mancherlei Beweise hierfür will man erbracht haben. So vor allem die identische Zusammensetzung der Grundmoränen der heutigen Gletscher und der Geschiebemergel, die gekritzten und geschrammten Geschiebe, Stauchungen im Untergrunde der Diluvialgebilde, Ritzen und Schrammen sowie Abschleifen der anstehenden Gesteine im Gebiete des Diluviums, die Riesentöpfe, die Sölle 2c. Doch darf hier nicht verschwiegen werden, daß nach der Meinung mancher bewährter Geologen die ältere Ansicht von dem Transport des diluvialen Materials durch Eisberge die einzig richtige ist. Die Wahrheit wird wohl in der Mitte liegen und man wird so manches auch auf Rechnung eines Driftmeeres setzen müssen, denn nur ein

solches läßt eine plausible, vernünftige und mit den Forschungen der heutigen Gletscherkunde im Einklange stehende Erklärung gewisser Diluvialerscheinungen zu.

Diluviale Erscheinungen in den Alpen und anderen Gebirgen.

Ähnliche Vorgänge wie die eben geschilderten in Nordeuropa und im amerikanischen Norden griffen in den Alpen und in anderen europäischen Gebirgen, den deutschen Mittelgebirgen, dem Juragebirge, den Pyrenäen, den Karpathen ꝛc. Platz. Eine ganz gewaltige Ausdehnung nahmen in jener Periode die alpinen Gletscher, die ihr diluviales Material überallhin zerstreuten und gewaltige Blöcke auf ihren Moränen mit sich führten, welche uns durch die Größe ihrer Dimensionen in gerechtes Erstaunen setzen. So sandte der Rheinthalgletscher seine Ausläufer bis nach Oberschwaben hinein, Spuren des Rhônethalgletschers findet man auf beträchtlicher Höhe im Juragebirge, der Innthalgletscher reichte bis in die Nähe von München.

Mehrmaliges Vor- und Zurückgehen der Gletscher und des Inlandeises in der diluvialen Periode.

Aus der Art und Weise der Aufeinanderfolge der diluvialen Gebilde hat man auf ein mehrfaches Vor- und Rückwärtsschreiten der Eismassen geschlossen; an einzelnen Orten und in einzelnen Ländern will man eine zweimalige oder gar dreimalige Vergletscherung nachgewiesen haben. Auch sollen schon in den Ablagerungen früherer geologischer Perioden die Beweise für frühere diluviale oder Eiszeiten gefunden worden sein und nach der Annahme einiger Gelehrten dürfte diese Eiszeit, der wir die Bildung der diluvialen Erscheinungen verdanken, kein zufälliges Phänomen, kein Schüttelfrost unserer Erde gewesen sein, sondern eine periodisch wiederkehrende Erscheinung.

Verbreitung der diluvialen Gebilde.

Diluviale Gebilde sind an den verschiedensten Punkten unserer Erde nachgewiesen worden. Ihr Charakter ist oftmals ein ganz lokaler.

Die Ursachen der Eiszeit.

Es sind darüber verschiedene Hypothesen aufgestellt worden, deren wichtigste hier kurz angeführt werden mögen:

1. Ungleiche Verteilung der Wärme im Weltraume, wodurch es geschehen konnte, daß die Erde, wenn die Bahn unseres Sonnensystems einst eine besonders kalte Region durchlief, an ihrer Oberfläche besonders stark abgekühlt wurde.

2. Ungewöhnliche Änderungen in der Lage der Erdachse, wodurch allerdings, wenn dergleichen möglich ist, die Verteilung der klimatischen Zustände auf der Erdoberfläche notwendigerweise sehr wesentlich umgestaltet werden müßte.

3. Wesentliche Änderungen in der Verteilung von Land und Meer durch ausgedehnte Erhebungen oder Senkungen als Folgen vulkanischer Thätigkeit.

4. Die einstige Anwesenheit eines großen Wasserbeckens in der Saharadepression Afrikas, infolgedessen Europa von kühlen und feuchten Luftströmungen bestrichen wurde und nicht von den trockenen und warmen Föhnwinden.

Alle diese verschiedenen Hypothesen haben größern oder geringern Wert. Die beste Erklärung scheint uns die von Croll aufgestellte zu sein, nach welcher die Eiszeit wesentlich durch die periodische Ungleichheit der Erdbahnexzentrizität in Verbindung mit der ebenfalls periodischen Präzession (Vorrücken) der Äquinoktien bedingt sein soll.

Die alluvialen oder rezenten Gebilde.

Dieselben bestehen aus kalkigen, sandigen oder thonigen Ablagerungen von Quellen, Flüssen, Landseen und Meeren,

aus Raseneisenstein, Torf, Infusorienlagern, Korallenriffen, vulkanischem Tuff 2c., welche somit teils mechanischer, teils chemischer, teils organischer Natur sind. Die Verbreitung derselben ist eine sehr große und sie bilden sich immerwährend an den verschiedensten Punkten der Erdoberfläche und auf dem Meeresboden, überall entsprechend den lokalen Umständen. Sie enthalten die Überreste von jetzt noch lebenden Tier- und Pflanzenarten.

Fünfzehnter Abschnitt.

Das Erscheinen des Menschen auf der Erde.

Es ist heutzutage wohl außer allem und jedem Zweifel, daß der Mensch in der Diluvialzeit, wenigstens in deren letzten Teile, schon auf der Erde gelebt hat, wie uns zahlreiche Funde im Löß, in diluvialen Mooren und in Höhlen bezeugen, die neben den Überresten einer echt diluvialen Fauna, neben Knochen vom Mammut, dem Höhlenbären 2c. Beweisstücke für die Existenz des Menschen geliefert haben. Dahin gehören vor allem die von Fraas an der Schussenquelle bei Schussenried in Oberschwaben gemachten Funde. Unter diluvialen Ablagerungen fand sich daselbst eine sogenannte Kulturschicht, eine sandige, mit nordischen Moosarten und von menschlichen Händen angefertigten Gegenständen erfüllte Ablagerung. Zu den Höhlenfunden gehören besonders diejenigen, die man im Keßler Loche bei Thayingen unweit Schaffhausen machte, woselbst auch die ersten Spuren einer künstlerischen menschlichen Thätigkeit gefunden wurden, sowie diejenigen im Hohlefels in Schwaben, in der Räuberhöhle bei Regensburg,

an verschiedenen Orten Frankreichs ꝛc. Menschliche Skelett-teile sind jedoch bis jetzt mit Ausnahme einiger zweifelhafter Ausgrabungen nur bei Abbeville in der Picardie und an wenigen anderen Orten gefunden worden.

Funde von ganz besonderem Interesse hat in neuerer Zeit ein Herr F. Ameghino im Pampeano Argentiniens gemacht, und zwar Stein- und Knochenwerkzeuge, aufgeschlagene Röhrenknochen von Wiederkäuern, Feuerspuren und sogar ganze Menschenskelette. Ähnliche Funde hat auch Santiago Roth zu verzeichnen, und zwar ein menschliches Skelett, das in einem Panzer von Glyptodon aufgefunden wurde; der Schädel desselben ist brachycephal. Eins dieser Skelette hat achtzehn Rücken- und Lendewirbel, also einen mehr, als die heutigen Menschen, ebenso eine Durchbohrung im Brustbein, zwei Erscheinungen, die heute beim Menschen nur sehr selten und wohl niemals zusammen vorkommen. Daneben wurde übrigens auch ein dolichocephaler Schädel gefunden, also die beiden Hauptschädeltypen schon nebeneinander.

Aber in noch älteren Schichten, als dem Pampeano, im Araucano, dem Miocän Europas entsprechend, hat Ameghino Spuren des Menschen nachgewiesen, sowie bearbeitete Steine und gespaltene Röhrenknochen, die zusammen mit Knochen vorpliocäner Säugetiere, als **Deodicurus antiquus**, **Macrauchenia antiqua etc.**, angetroffen wurden. Daneben fanden sich auch hier Feuerstätten in diesen Schichten, während in der ganzen Formation weder Torf noch Lignit, noch sonst ein brennbarer Stoff vorhanden ist, der zufällig hätte in Brand geraten können.

„Wie hat nun der Mensch in der Tertiärzeit, wo er noch beinahe aller Verteidigungsmittel bar war, sich überhaupt erhalten können?“ So fragt der Referent über die Ameghinosche Abhandlung in der Naturwissenschaftlichen Rundschau. „Wie schützte er sich in den Ebenen der Pampas, wo es weder Höhlen gab, noch Steine oder Bäume, aus

denen er sich Zufluchtsstätten erbauen konnte, gegen die Wut der Elemente und die Angriffe der wilden Tiere?"

„Auf diese Fragen", so fährt der Referent fort, „hat eine Reihe glücklicher Funde und Beobachtungen eine sehr unerwartete Antwort gegeben. Ameghino hat nämlich einen Panoptus-Panzer ausgegraben, der mit der Bauchöffnung nach unten, dem Rücken nach oben in der Erde lag. Der Panzer ruhte auf einer deutlich erkennbaren härteren Fläche, offenbar der alten Bodenoberfläche, die in seinem Schutz erhalten geblieben war, und um ihn herum lagen Kohlen, Asche, angebrannte und zerschlagene Knochen und einige Kieselsteine. Bei der Untersuchung erwies sich der Panzer leer, aber er bedeckte eine Höhlung im Boden, in welcher sich ein Gerät aus Quarzit, gespaltene Knochen von Hirsch und Guanako, Stücke von Hirschhorn und gespaltene, am Rande geschärfte Eckzähne von **Toxodon** und **Mylodon** befanden. Dieser Fund — wir erinnern nochmals daran, daß die Pampasformation kein Schwemmgebilde, sondern eine subärische Formation ist — ließ nur eine Deutung zu: Der Mensch der Pliocänzeit (Ameghino hält den Pampeano für pliocän) hatte sich den Panzer des toten Riesengürteltieres ausgeleert und zur Wohnung eingerichtet, und um etwas mehr Raum zu gewinnen, hatte er die Erde unter demselben ausgehöhlt. Solche Panzer haben nach Burmeister eine Länge von 1.54 Meter, eine Breite von 1.32 Meter und 1.05 Meter Höhe; wurde der Boden darunter noch etwas herausgekratzt, so gab das einen Raum von 1.5 Meter Höhe, der gegen die Elemente, wie gegen die Angriffe wilder Tiere völligen Schutz gewährte. Die Hütten vieler heute lebenden Wilden und — fügen wir hinzu — die Kabinen vieler Matrosen sind nicht so geräumig.

Ähnliche Beobachtungen hat auch Roth gemacht; er glaubte zu bemerken, daß die aufrechtgestellten Panzer immer so gerichtet waren, daß der Rückenschild dem gefürchteten Pampassturm entgegengedreht war.

Die Pampas von Buenos Aires waren zur Pliocänzeit flache, sumpfige Ebenen, einen Teil des Jahres hindurch überschwemmt; der Mensch hauste in ihnen jedenfalls in kleinen Trupps und hegte die Wiederkäuer, Lamas, Guanakos, Hirsche, die Pferde und die kleinen Nagetiere, aber er wagte sich auch gelegentlich an die Riesentiere der damaligen Zeit, an die Glyptodonten, das Megatherium, das Mastodon. Ob er Kannibale gewesen, steht dahin, jedenfalls widmete er den Leichen keine besondere Sorgfalt, denn man findet die Menschenknochen meistens unordentlich mit denen anderer Tiere gemischt."

Dies das Neueste vom Tertiärmenschen!

Die Urahnen unseres heutigen Menschengeschlechts müssen auf einer äußerst primitiven Kulturstufe gestanden haben, wie die allerersten Werkzeuge und Gegenstände, die wir von ihnen kennen, beweisen. Erst waren es die mit starken Hauzähnen versehenen Kieferstücke reißender Tiere, die dem Menschen als Werkzeuge dienten, dann fingen dieselben an, Feuersteine zu behauen, und wenn diese Gegenstände aus der ersten Periode der Steinzeit uns auch primitiv erscheinen mögen, so verdienen die feinen Werkzeuge, welche der Mensch mit seltener Kunstfertigkeit in der zweiten Abteilung der Steinzeit, der jüngern Steinzeit, herzustellen verstand, und deren Anblick in den zahlreichen Museen und Altertumssammlungen uns heute noch in gerechtes Erstaunen versetzt, umsomehr Bewunderung. Man muß sich fragen, wie es einem die Metalle noch nicht kennenden Geschlechte wohl möglich war, aus dem spröden und harten Materiale Waffen und Werkzeuge herzustellen, die eben so fein zu arbeiten uns mit allen unseren Hilfsmitteln heutzutage kaum gelingen würde.

Nach der Steinzeit kam die Bronzezeit, nach dieser die Eisenzeit. Immer mehr vervollkommnet sich der Mensch, und die Entwickelungsgeschichte unsers eignen Geschlechts liefert uns den Beweis, daß alles organische Leben auf Erden immer fortschreitend vom Niedern zum Höhern

strebt. Welch gewaltiger Abstand besteht doch zwischen dem Höhlenmenschen der Diluvialperiode, dessen einziges Werkzeug und Gewaffen die Kiefer wilder Tiere waren, und dem Kulturmenschen des neunzehnten Jahrhunderts, der die Natur bemeistert und bewältigt, der sich dieselbe dienstbar gemacht hat, zur Vermehrung seiner Macht, seines Wohlbefindens und seiner Genüsse!

Druck von J. J. Weber in Leipzig.

sich

	…elingesteine		F) Leucitgesteine		G) Olivingesteine
	… Augit,		mit Augit,		mit Augit, Diallag und Enstatit.
	.	olivinhaltig.	olivinfrei.	olivinhaltig.	
t.					Peridotite. { Pikrit (Paläopikrit). Wehrlit (Eulysit). Olivin-Enstatitgestein. Lherzolith, Olivinfels. Dunit. Serpentin.
t rtlerit phyrit " "					Pikritporphyr.
it. sit ber ndesit.	t.	Nephelinbasalt.	Leucitit.	Leucitbasalt.	Limburgit (Magmabasalt).
		(Hydrotachylyt.)			

Tabellarische Übersicht der massigen (Eruptiv-) Gesteine. Von H. Rosenbusch.

		A) Orthoklas- (Sanidin-) Gesteine		B) Orthoklas- (Sanidin-) Nephelin- resp. Leucitgesteine	C) Plagioklas-Gesteine								D) Plagioklas-Nephelin- resp. Leucitgesteine		E) Nephelingesteine		F) Leucitgesteine		G) Olivingesteine
		mit Muscovit, Biotit, Amphibol, Augit,		mit Augit, Amphibol, Biotit.	1) und 2) mit Biotit und Amphibol,		3) mit Augit,		4) mit Diallag,		5) mit Enstatit,		mit Augit, Hornblende, Biotit,		mit Augit,		mit Augit,		mit Augit, Diallag und Enstatit.
		quarzhaltig.	quarzfrei.		quarzhaltig.	quarzfrei	olivinfrei.	olivinhaltig.	olivinfrei.	olivinhaltig.	olivinfrei.	olivinhaltig.	olivinfrei.	olivinhaltig.	olivinfrei.	olivinhaltig.	olivinfrei.	olivinhaltig.	
Ältere (vortertiäre) Gesteine.	körnig.	Granitische Gesteine: Muscovitgranit (Turmalingranit). Granit. Granitit (Amphibolgranitit) (Augitgranitit). Amphibolgranit.	Syenitische Gesteine: Syenit (dichter Syenit). Glimmersyenit (Minette). Augitsyenit (dichter Augitsyenit).	Eläolith-Syenit (Foyait) (Miaseit) (Ditroit) (Zirkonsyenit zumteil).	Quarzdiorite: Quarzglimmerdiorit. Kersantit. Quarzdiorit (Tonalit) (Banatit). Quarzaugitdiorit. Quarzepidiorit.	Dioritische Gesteine: Glimmerdiorit. Kersantit. Diorit. Augitdiorit. Epidiorit.	Diabas-Gesteine: Diabas. Quarzdiabas. Proterobas. Leukophyr. Salitdiabas. Enstatitdiabas.	Olivindiabas.	Gabbro (Euphotit) (Saussuritgabbro).	Olivingabbro (Forellenstein)	Norit (Hypersthenit) (Protobastitfels) (Bronzitgabbro).	Olivinnorit.	Teschenit.						Peridotite: Pikrit (Paläopikrit). Wehrlit (Eulysit). Olivin-Enstatitgestein. Lherzolith, Olivinfels Dunit. Serpentin.
	porphyrisch.	Quarzporphyre: Granitporphyr. Mikrogranit. Granophyr. Felsophyr. Vitrophyr.	Quarzfr. Porphyre: Syenitporphyr. Glimmersyenitporphyr. Augitsyenitporphyr. Quarzfreier Porphyr (Glimmerpikrophyr).	Eläolithporphyr (Liebeneritporphyr) (Gieseckitporphyr ?).	Quarzporphyrite: Quarzdioritporphyrit. Quarzporphyrit. Quarzfelsophyrit. Quarzvitrophyrit.	Porphyrite: Dioritporphyrit (Suldenit, Ortlerit) (Feldspat-Porphyrit) (Glimmer- „) (Hornblende- „) Felsophyrit. Vitrophyrit.	Diabasporphyrite: Diabasporphyrit (Labradorporphyr zumteil) (Augitporphyr zumteil) (Uralitporphyr zumteil). Diabasfelsophyr. Diabasvitrophyr.	Melaphyr.											Pikritporphyr.
	glasig.	Felsitpechstein.			Dioritpechstein.		Glasiger Diabas (Sordawalit, Wichtisit).												
Jüngere Gesteine (tertiär u. rezent).	körnig oder porphyrisch.	Liparite: Nevadit. Liparit (Lithoidit) (Sphärolithfels).	Trachyt (Domit). Sodalith-, Hauyn-Trachyt.	Phonolithe: Phonolith. Leucitphonolith. Leucitophyr.	Dacite: Quarzpropylit. Quarzglimmerandesit. Quarzamphibolandesit (Timazit).	Andesite: Propylit. Glimmerandesit. Amphibolandesit (Timazit) (Isenit). Hauyn-führender Amphibolandesit.	Augit-Andesite: Ophit. Augitpropylit. Quarzaugitpropylit. Quarzaugitandesit. Augitandesit.	Basalt (Dolerit) (Anamesit).	Diallagandesit.	Diallagbasalt.	Enstatitandesit.		Tephrite: Nephelintephrit (Buchonit). Leucittephrit.	Basanite: Nephelinbasanit. Leucitbasanit.	Nephelinit.	Nephelinbasalt.	Leucitit.	Leucitbasalt.	Limburgit (Magmabasalt).
	glasig.	Saure Gläser (Trachytpechstein, Perlit, Obsidian, Bimsstein).						Basaltgläser (Hyalomelan) (Tachylyt).								(Hydrotachylyt.)			

Im Verlage von **J. J. Weber** in **Leipzig** sind erschienen und durch jede Buchhandlung zu beziehen:

Illustrierte Katechismen.

Belehrungen aus dem Gebiete der Wissenschaften, Künste und Gewerbe etc.

In Original-Leinenbänden
(sofern nicht anders angegeben).

Ackerbau. Dritte Auflage. — **Katechismus des praktischen Ackerbaues.** Von Dr. **Wilhelm Hamm.** Dritte Auflage, gänzlich umgearbeitet von **A. G. Schmitter.** Mit 138 Abbildungen. 1890. 3 Mark.

Agrikulturchemie. Sechste Auflage. — **Katechismus der Agrikulturchemie.** Von Dr. E. Wildt. Sechste Auflage, neu bearbeitet unter Benutzung der fünften Auflage von Hamms „Katechismus der Ackerbauchemie, der Bodenkunde und Düngerlehre". Mit 41 Abbildungen. 1884. 3 Mark.

Algebra. Dritte Auflage. — **Katechismus der Algebra, oder die Grundlehren der allgemeinen Arithmetik.** Von Friedr. Herrmann. Dritte Auflage, vermehrt und verbessert von K. Fr. Heym. Mit 8 Figuren und vielen Übungsbeispielen. 1887. 2 Mark.

Anstandslehre. — **Katechismus des guten Tons und der feinen Sitte.** Von Eufemia von Adlersfeld geb. Gräfin Ballestrem. 1892. 2 Mark.

Archäologie. — **Katechismus der Archäologie. Übersicht über die Entwickelung der Kunst bei den Völkern des Altertums.** Von Dr. Ernst Kroker. Mit 3 Tafeln und 127 Abbildungen. 1888. 3 Mark.

Archivkunde s. Registratur.

Arithmetik. Dritte Auflage. — **Katechismus der praktischen Arithmetik.** Kurzgefaßtes Lehrbuch der Rechenkunst für Lehrende und Lernende. Von E. Schick. Dritte, verbesserte und vermehrte Auflage, bearbeitet von Max Meyer. 1889. 3 Mark.

Ästhetik. Zweite Auflage. — **Katechismus der Ästhetik. Belehrungen über die Wissenschaft vom Schönen und der Kunst.** Von Robert Prölß. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. 1889. 3 Mark.

Astronomie. Siebente Auflage. — **Katechismus der Astronomie. Belehrungen über den gestirnten Himmel, die Erde und den Kalender.** Von Dr. Adolph Drechsler. Siebente, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit einer Sternkarte und 170 Abbildungen. 1886. 2 Mark 50 Pf.

Auswanderung. Sechste Auflage. — **Kompaß für Auswanderer nach Ungarn, Rumänien, Serbien, Bosnien, Polen, Rußland, Algerien, der Kapkolonie, nach Australien, den Samoa-Inseln, den süd- und mittelamerikanischen Staaten, den westindischen Inseln, Mexiko, den Vereinigten Staaten von Nordamerika und Kanada.** Von Eduard Pelz. Sechste, völlig umgearbeitete Auflage. Mit 4 Karten und einer Abbildung. 1881. 1 Mark 50 Pf.

Bankwesen. — **Katechismus des Bankwesens.** Von Dr. E. Gleisberg. Mit 4 Check-Formularen u. einer Übersicht über d. deutschen Notenbanken. 1890. 2 Mark.

Baukonstruktionslehre. Zweite Auflage. — **Katechismus der Baukonstruktionslehre.** Mit besonderer Berücksichtigung von Reparaturen und Umbauten. Von Walther Lange. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 277 Abbildungen. 1890. 3 Mark.

Ein ausführliches Verzeichnis mit Inhaltsangabe jedes einzelnen Bandes wird auf Verlangen unberechnet abgegeben.

Baustile. Zehnte Auflage. — **Katechismus der Baustile,** oder Lehre der architektonischen Stilarten von den ältesten Zeiten bis auf die Gegenwart. Von Dr. Ed. Freiherrn von Sacken. Zehnte, verbesserte Auflage. Mit einem Verzeichnis von Kunstausdrücken und 103 Abbildungen. 1892. 2 Mark.

Bergbaukunde. — Katechismus der Bergbaukunde. Von Bergrat G. Köhler. Mit 217 Abbildungen. 1890. 4 Mark.

Bergsteigen. — Katechismus für Bergsteiger, Gebirgstouristen und Alpenreisende. Von Julius Meurer. Mit 22 Abbildungen. 1892. 3 Mark.

Bewegungsspiele. — Katechismus der Bewegungsspiele für die deutsche Jugend. Herausgegeben von J. C. Lion und J. H. Wortmann. Mit 29 Abbildungen. 1891. 2 Mark.

Bibliothekslehre. — Grundzüge der Bibliothekslehre mit bibliographischen und erläuternden Anmerkungen. Neubearbeitung von Dr. Julius Petzholdts Katechismus der Bibliothekenlehre. Von Dr. Arnim Gräsel. Mit 33 Abbildungen und 11 Schrifttafeln. 1890. 4 Mark 50 Pf.

Bienenzucht. Dritte Auflage. — **Katechismus der Bienenkunde und Bienenzucht.** Von G. Kirsten. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage, herausgegeben von J. Kirsten. Mit 51 Abbildungen. 1887. 2 Mark.

Bleicherei s. Wäscherei 2c.

Botanik. — Katechismus der Allgemeinen Botanik. Von Prof. Dr. Ernst Hallier. Mit 95 Abbildungen. 1879. Kartoniert 2 Mark.

Botanik, landwirtschaftliche. Zweite Auflage. — **Katechismus der landwirtschaftlichen Botanik.** Von Karl Müller. Zweite, vollständig umgearbeitete Auflage von R. Herrmann. Mit 4 Tafeln und 48 Abbildungen. 1876. Geheftet 1 Mark 50 Pf.

Buchdruckerkunst. Fünfte Auflage. — **Katechismus der Buchdruckerkunst und** der verwandten Geschäftszweige. Von C. A. Franke. Fünfte, vermehrte und verbesserte Auflage, bearbeitet von Alexander Waldow. Mit 43 Abbildungen und Tafeln. 1886. 2 Mark 50 Pf.

Buchführung. Vierte Auflage. — **Katechismus der Kaufmännischen Buchführung.** Von Oskar Klemich. Vierte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 7 Abbildungen und 3 Wechselformularen. 1889. 2 Mark 50 Pf.

Buchführung, landwirtschaftliche. — Katechismus der Landwirtschaftlichen Buchführung. Von Prof. Dr. K. Birnbaum. 1879. 2 Mark.

Chemie. Sechste Auflage. — **Katechismus der Chemie.** Von Prof. Dr. H. Hirzel. Sechste, vermehrte Auflage. Mit 31 Abbildungen. 1889. 3 Mark.

Chemikalienkunde. — Katechismus der Chemikalienkunde. Eine kurze Beschreibung der wichtigsten Chemikalien des Handels. Von Dr. G. Heppe. 1880. 2 Mark.

Chronologie. Dritte Auflage. — **Kalenderbüchlein. Katechismus der Chronologie** mit Beschreibung von 33 Kalendern verschiedener Völker und Zeiten. Von Dr. Adolph Drechsler. Dritte, verbesserte und sehr vermehrte Auflage. 1881. 1 Mark 50 Pf.

Dampfmaschinen. Vierte Auflage. — **Katechismus der stationären Dampfkessel,** Dampfmaschinen und anderer Wärmemotoren. Ein Lehr- und Nachschlagebuch für Praktiker, Techniker und Industrielle. Von Ingenieur Th. Schwartze. Vierte vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 264 in den Text gedruckten und 13 Tafeln Abbildungen. 1892. 4 Mark 50 Pf.

Darwinismus. — Katechismus des Darwinismus. Von Dr. Otto Zacharias. Mit dem Porträt Darwins, 30 in den Text gedruckten und 1 Tafel Abbildungen. 1892. 2 Mark 50 Pf.

Drainierung. Dritte Auflage. — **Katechismus der Drainierung und der** Entwässerung des Bodens überhaupt. Von Dr. William Löbe. Dritte, gänzlich umgearbeitete Auflage. Mit 92 Abbildungen. 1881. 2 Mark.

Dramaturgie. — Katechismus der Dramaturgie. Von Robert Prölß. 1877. Geheftet 2 Mark 50 Pf.

Droguenkunde. — **Katechismus der Droguenkunde.** Von Dr. G. Heppe. Mit 30 Abbildungen. 1879. 2 Mark 50 Pf.

Einjährig-Freiwillige. — **Der Weg zum Einjährig-Freiwilligen und zum Offizier des Beurlaubtenstandes in Armee und Marine.** Von Oberstlieutenant z. D. Exner. 1891. 2 Mark.

Elektrotechnik. Vierte Auflage. — **Katechismus der Elektrotechnik.** Ein Lehrbuch für Praktiker, Techniker und Industrielle. Von Ingenieur Th. Schwartze. Vierte, verb. und verm. Aufl. Mit 243 Abbild. 1891. 4 Mark 50 Pf.

Ethik. — **Katechismus der Sittenlehre.** Von Lic. Dr. Friedrich Kirchner. 1881. 2 Mark 50 Pf.

Färberei und Zeugdruck. Zweite Auflage. — **Katechismus der Färberei und des Zeugdrucks.** Von Dr. Hermann Grothe. Zweite, vollständig neu bearbeitete Auflage. Mit 78 Abbildungen. 1885. 2 Mark 50 Pf.

Farbwarenkunde. — **Katechismus der Farbwarenkunde.** Von Dr. G. Heppe. 1881. 2 Mark.

Feldmeßkunst. Fünfte Auflage. — **Katechismus der Feldmeßkunst.** Von Dr. C. Pietsch. Fünfte, neu bearbeitete Auflage. Mit 75 Abbildungen. 1891. 1 Mark 50 Pf.

Feuerwerkerei. — **Katechismus der Lustfeuerwerkerei.** Kurzer Lehrgang für die gründliche Ausbildung in allen Teilen der Pyrotechnik. Von C. A. v. Nida. Mit 124 Abbildungen. 1883. 2 Mark.

Finanzwissenschaft. Fünfte Auflage. — **Katechismus der Finanzwissenschaft** oder die Kenntnis der Grundbegriffe und Hauptlehren der Verwaltung der Staatseinkünfte. Von A. Bischof. Fünfte, verb. Aufl. 1890. 1 Mark 50 Pf.

Fischzucht. — **Katechismus der künstlichen Fischzucht und der Teichwirtschaft.** Wirtschaftslehre der zahmen Fischerei. Von E. A. Schroeder. Mit 52 Abbildungen. 1889. 2 Mark 50 Pf.

Flachsbau. — **Katechismus des Flachsbaues und der Flachsbereitung.** Von K. Sonntag. Mit 12 Abbildungen. 1872. Geheftet 1 Mark.

Fleischbeschau. Zweite Auflage. — **Katechismus der mikroskopischen Fleischbeschau.** Von F. W. Rüffert. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 40 Abbildungen. 1887. 1 Mark 20 Pf.

Forstbotanik. Vierte Auflage. — **Katechismus der Forstbotanik.** Von H. Fischbach. Vierte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 79 Abbildungen. 1884. 2 Mark 50 Pf.

Freimaurerei. — **Katechismus der Freimaurerei.** Von Dr. Willem Smitt, Meister vom Stuhl der Loge Apollo zu Leipzig. 1891. 2 Mark.

Galvanoplastik. Dritte Auflage. — **Katechismus der Galvanoplastik und Galvanostegie.** Ein Handbuch für das Selbststudium und den Gebrauch in der Werkstatt. Von Dr. G. Seelhorst. Dritte, durchgesehene und vermehrte Auflage. Von Dr. G. Langbein. Mit 43 Abbildungen. 1888. 2 Mark.

Gedächtniskunst. Siebente Auflage. — **Katechismus der Gedächtniskunst oder Mnemotechnik.** Von Hermann Kothe. Siebente, von G. Pietsch bearbeitete Auflage. 1893. 1 Mark 50 Pf.

Geflügelzucht. — **Katechismus der Geflügelzucht.** Ein Merkbüchlein für Liebhaber, Züchter und Aussteller schönen Rassegeflügels. Von Bruno Dürigen. Mit 40 in den Text gedruckten und 7 Tafeln Abbildungen. 1890. 4 Mark.

Geographie. Vierte Auflage. — **Katechismus der Geographie.** Vierte Auflage, gänzlich umgearbeitet von Karl Arenz, Kaiserl. Rat und Direktor der Prager Handelsakademie. Mit 57 Karten und Ansichten. 1884. 2 Mark 40 Pf.

Geographie, mathematische. — **Katechismus der mathematischen Geographie.** Von Dr. Ad. Drechsler. Mit 113 Abbildungen. 1879. 2 Mark 50 Pf.

Geologie. Fünfte Auflage. — **Katechismus der Geologie, oder Lehre vom innern Bau der festen Erdkruste und von deren Bildungsweise.** Von Prof. Hippolyt Haas. Fünfte, verbesserte Auflage. Mit 149 Abbildungen und einer Tabelle. 1893. 3 Mark.

Geometrie. Dritte Auflage. — **Katechismus der ebenen und räumlichen Geometrie.** Von Prof. Dr. K. Ed. Zetzsche. Dritte, vermehrte u. verbesserte Aufl. Mit 223 Abbildungen und 2 Tabellen zur Maßverwandlung. 1892. 3 Mark.
Geometrie, analytische. — **Katechismus der analytischen Geometrie.** Von Dr. Max Friedrich. Mit 56 Abbildungen. 1884. 2 Mark 40 Pf.
Gesangskunst. Vierte Auflage. — **Katechismus der Gesangskunst.** Von F. Sieber. Vierte, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit vielen Notenbeispielen. 1885. 2 Mark 40 Pf.
Geschichte s. Weltgeschichte.
Geschichte, deutsche. — **Katechismus der deutschen Geschichte.** Von Dr. Wilhelm Kentzler. 1879. Kartoniert 2 Mark 50 Pf.
Gesundheitslehre. — **Naturgemäße Gesundheitslehre auf physiologischer Grundlage.** Von Dr. Fr. Scholz. Mit 7 Abbildungen. 1884. 3 Mark 50 Pf.
(Unter gleichem Titel auch Band 20 von Webers Illustr. Gesundheitsbüchern.)
Girowesen. — **Katechismus des Girowesens.** Von Karl Berger. Mit 21 Geschäfts-Formularen. 1881. 2 Mark.
Handelsmarine. — **Katechismus der Handelsmarine.** Von Kapitän zur See z. D. R. Dittmer. Mit 66 Abbildungen. 1892. 3 Mark 50 Pf.
Handelsrecht. Dritte Auflage. — **Katechismus des deutschen Handelsrechts,** nach dem Allgemeinen Deutschen Handelsgesetzbuche. Von Reg.-Rat Robert Fischer. Dritte, umgearbeitete Auflage. 1885. 1 Mark 50 Pf.
Handelswissenschaft. Sechste Auflage. — **Katechismus der Handelswissenschaft.** Von K. Arenz. Sechste, verbesserte und vermehrte Auflage, bearbeitet von Gust. Rothbaum und Ed. Deimel. 1890. 2 Mark.
Heerwesen. — **Katechismus des Deutschen Heerwesens.** Von Oberstleutnant a. D. H. Vogt. Nach dem Tode des Verfassers herausgegeben von R. v. Hirsch, Hauptmann a. D. Mit einem Nachtrag und 7 Abbildungen. 1890. 2 Mark 50 Pf.
Heizung, Beleuchtung und Ventilation. — **Katechismus der Heizung, Beleuchtung und Ventilation.** Von Ingenieur Th. Schwartze. Mit 159 Abbildungen. 1884. 3 Mark.
Heraldik. Fünfte Auflage. — **Katechismus der Heraldik. Grundzüge der Wappenkunde.** Von Dr. Ed. Freih. v. Sacken. Fünfte, verbesserte Auflage. Mit 213 Abbildungen. 1893. [Unter der Presse.
Hufbeschlag. Dritte Auflage. — **Katechismus des Hufbeschlages. Zum** Selbstunterricht für Jedermann. Von E. Th. Walther. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 67 Abbildungen. 1889. 1 Mark 50 Pf.
Hunderassen. — **Katechismus der Hunderassen.** Von F. Krichler. Mit 42 Abbildungen. 1892. 3 Mark.
Hüttenkunde. — **Katechismus der Allgemeinen Hüttenkunde.** Von Dr. E. F. Dürre. Mit 209 Abbildungen. 1877. 4 Mark 50 Pf.
Jagdkunde. — **Katechismus für Jäger und Jagdfreunde.** Von Franz Krichler. Mit 33 Abbildungen. 1891. 2 Mark 50 Pf.
Kalenderbüchlein s. Chronologie.
Kalenderkunde. — **Katechismus der Kalenderkunde. Belehrungen über Zeitrechnung,** Kalenderwesen und Feste. Von O. Freih. von Reinsberg-Düringsfeld. Mit 2 Tafeln. 1876. Geheftet 1 Mark.
Kindergärtnerei. Dritte Auflage. — **Katechismus der praktischen Kindergärtnerei.** Von Fr. Seidel. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 35 Abbildungen. 1887. 1 Mark 50 Pf.
Kirchengeschichte. — **Katechismus der Kirchengeschichte.** Von Lic. Dr. Friedr. Kirchner. 1880. 2 Mark 50 Pf.
Klavierspiel. Zweite Auflage. — **Katechismus des Klavierspiels.** Von Fr. Taylor, deutsch von Math. Stegmayer. Mit vielen Notenbeispielen. Zweite, verbesserte Auflage. 1893. [Unter der Presse.
Knabenhandarbeits-Unterricht. — **Katechismus des Knabenhandarbeits-Unterrichts.** Ein Handbuch des erziehlichen Arbeitsunterrichts. Von Dr. Woldemar Götze. Mit 69 Abbildungen. 1892. 3 Mark.

Kompositionslehre. Fünfte Auflage. — Katechismus der Kompositionslehre. Von Prof. J. C. Lobe. Fünfte, verbesserte Auflage. Mit vielen Musikbeispielen. 1887. 2 Mark.

Korrespondenz. Dritte Auflage. — Katechismus der kaufm. Korrespondenz in deutscher Sprache. Von C. F. Findeisen. Dritte, verb. Aufl. 1893. [U. d. Pr.

Kostümkunde. — Katechismus der Kostümkunde. Von Wolfg. Quincke. Mit 453 Kostümfiguren in 152 Abbildungen. 1889. 4 Mark.

Kriegsmarine, deutsche. — Katechismus der Deutschen Kriegsmarine. Von Kapitän zur See z. D. R. Dittmer. Mit 126 Abbildungen. 1890. 3 Mark.

Kulturgeschichte. Zweite Auflage. — Katechismus der Kulturgeschichte. Von Prof. Dr. J. J. Honegger. Zweite, verm. und verb. Auflage. 1889. 2 Mark.

Kunstgeschichte. Dritte Auflage. — Katechismus der Kunstgeschichte. Von Bruno Bucher. Dritte, verb. Auflage. Mit 276 Abbild. 1890. 4 Mark.

Litteraturgeschichte, allgemeine. Dritte Auflage. — Katechismus der allg. Litteraturgeschichte. Von Dr. Ad. Stern. Dritte, durchges. Aufl. 1892. 3 Mark.

Litteraturgeschichte, deutsche. Sechste Auflage. — Katechismus der deutschen Litteraturgeschichte. Von Oberschulrat Dr. Paul Möbius. Sechste, vervollständigte Auflage. 1882. 2 Mark.

Logarithmen. — Katechismus der Logarithmen. Von Max Meyer. Mit 3 Tafeln und 7 Abbildungen. 1880. 2 Mark.

Logik. Zweite Auflage. — Katechismus der Logik. Von Lic. Dr. Friedr. Kirchner. Zweite, durchges. Aufl. Mit 36 Abbild. 1890. 2 Mark 50 Pf.

Malerei. — Katechismus der Malerei. Von Karl Raupp. Mit 48 Abbildungen und 4 Tafeln. 1891. 3 Mark.

Marine s. Handels- bez. Kriegsmarine.

Markscheidekunst. — Katechismus der Markscheidekunst. Von O. Brathuhn. Mit 174 Abbildungen. 1892. 3 Mark.

Mechanik. Fünfte Auflage. — Katechismus der Mechanik. Von Ph. Huber. Fünfte, wesentlich vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 207 Abbildungen. 1892. 3 Mark.

Meteorologie. Dritte Auflage. — Katechismus der Meteorologie. — Von Heinr. Gretschel. Dritte, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 53 Abbildungen. 1893. [Unter der Presse.

Mikroskopie. Katechismus der Mikroskopie. — Von Prof. Carl Chun. Mit 97 Abbildungen. 1885. 2 Mark.

Milchwirtschaft. — Katechismus der Milchwirtschaft. Von Dr. Eugen Werner. Mit 23 Abbildungen. 1884. 3 Mark.

Mimik. — Katechismus der Mimik und der Gebärdensprache. Von Karl Skraup. Mit 60 Abbildungen. 1892 3 Mark 50 Pf.

Mineralogie. Vierte Auflage. — Katechismus der Mineralogie. Von Privatdozent Dr. Eugen Hussak. Vierte, neu bearbeitete Auflage. Mit 154 Abbildungen. 1888. 2 Mark.

Münzkunde. — Grundzüge der Münzkunde. Von H. Dannenberg. Mit 11 Tafeln Abbildungen. 1891. 4 Mark.

Musik. Fünfundzwanzigste Auflage. — Katechismus der Musik. Erläuterung der Begriffe und Grundsätze der allgemeinen Musiklehre. Von Prof. J. C. Lobe. Fünfundzwanzigste Auflage. 1893. 1 Mark 50 Pf.

Musikgeschichte. — Katechismus der Musikgeschichte. Von R. Musiol. Mit 15 Abbildungen und 34 Notenbeispielen. 1888. 2 Mark 50 Pf.

Musikinstrumente. Fünfte Auflage. — Katechismus der Musikinstrumente. Von Richard Hofmann. Fünfte, vollständig neu bearbeitete Auflage. Mit 189 Abbildungen. 1890. 4 Mark.

Mythologie. — Katechismus der Mythologie aller Kulturvölker. Von Dr. E. Kroker. Mit 73 Abbildungen. 1891. 4 Mark.

Naturlehre. Vierte Auflage. — **Katechismus der Naturlehre, oder Erklärung der wichtigsten physikalischen und chemischen Erscheinungen des täglichen Lebens.** Nach dem Englischen des Dr. C. E. Brewer. Vierte Auflage. Mit vielen Abbildungen. [Unter der Presse.

Nivellierkunst. Dritte Auflage. — **Katechismus der Nivellierkunst.** Von Dr. C. Pietsch. Dritte, vollständig umgearbeitete Auflage. Mit 61 Abbildungen. 1887. 2 Mark.

Nutzgärtnerei. Vierte Auflage. — **Katechismus der Nutzgärtnerei, oder** Grundzüge des Gemüse- und Obstbaues. Von Hermann Jäger. Vierte, verm. und verb. Auflage. Mit 54 Abbildungen. 1881. 2 Mark.

Orden. — **Handbuch der Ritter- und Verdienstorden aller Kulturstaaten der** Welt innerhalb des 19. Jahrh. Auf Grund amtlicher und anderer zuverlässiger Quellen zusammengestellt von Maximilian Gritzner. Mit vielen Abbildungen. [Unter der Presse.

Orgel. Dritte Auflage. — **Katechismus der Orgel. Erklärung ihrer** Struktur, besonders in Beziehung auf technische Behandlung beim Spiel. Von Prof. E. F. Richter. Dritte, durchgesehene Auflage. Mit 25 Abbildungen. 1885. 1 Mark 50 Pf.

Ornamentik. Vierte Auflage. — **Katechismus der Ornamentik. Leitfaden** über die Geschichte, Entwickelung und die charakteristischen Formen der Verzierungsstile aller Zeiten. Von F. Kanitz. Vierte, verbesserte Auflage. Mit 131 Abbildungen und einem Verzeichnis von 100 Spezialwerken zum Studium der Ornamentikstile. 1891. 2 Mark.

Orthographie. Vierte Auflage. — **Katechismus der deutschen Orthographie.** Von Dr. D. Sanders. Vierte, verb. Auflage. 1878. Kart. 1 Mark 50 Pf.

Pädagogik. — **Katechismus der Pädagogik. Von Lic. Dr. Fr. Kirchner.** 1890. 2 Mark.

Perspektive. — **Katechismus der Angewandten Perspektive. Nebst einem** Anhang über Schattenkonstruktion und Spiegelbilder. Von Max Kleiber. Mit 129 Abbildungen. 1892. 2 Mark 50 Pf.

Petrographie. — **Katechismus der Petrographie. Lehre von der Beschaffen**heit, Lagerung und Bildungsweise der Gesteine. Von Dr. J. Blaas. Mit 40 Abbildungen. 1882. 2 Mark.

Philosophie. Dritte Auflage. — **Katechismus der Philosophie. Von** J. H. v. Kirchmann. Dritte, verbesserte Auflage. 1888. 2 Mark 50 Pf.

Philosophie, Geschichte der. Zweite Auflage. — **Katechismus der Geschichte** der Philosophie von Thales bis zur Gegenwart. Von Lic. Dr. Fr. Kirchner. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. 1884. 3 Mark.

Photographie. Vierte Auflage. — **Katechismus der Photographie, oder** Anleitung zur Erzeugung photogr. Bilder. Von Dr. J. Schnauß. Vierte, den neuesten Fortschritten entsprechend verbesserte Auflage. Mit 34 Abbildungen. 1888. 2 Mark.

Phrenologie. Siebente Auflage. — **Katechismus der Phrenologie. Von** Dr. G. Scheve. Siebente Auflage. Mit einem Titelbild und 18 Abbildungen. 1884. 2 Mark.

Physik. Vierte Auflage. — **Katechismus der Physik. Von Dr. J. Kollert.** Vierte, vollständig neu bearbeitete Aufl. Mit 231 Abbild. 1888. 4 Mark.

Poetik. Zweite Auflage. — **Katechismus der deutschen Poetik. Von Prof.** Dr. J. Minckwitz. Zweite, verm. und verb. Auflage. 1877. 1 Mark 80 Pf.

Projektionslehre. — **Katechismus der Projektionslehre. Von Julius** Hoch. Mit 100 Abbildungen. 1891. 2 Mark.

Psychologie. — **Katechismus der Psychologie. Von Lic. Dr. Fr. Kirchner.** 1883. 3 Mark.

Raumberechnung. Dritte Auflage. — **Katechismus der Raumberechnung.** Anleitung zur Größenbestimmung von Flächen und Körpern jeder Art. Von Fr. Herrmann. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage von Dr. C. Pietsch. Mit 55 Abbildungen. 1888. 1 Mark 80 Pf.

Redekunst. Vierte Auflage. — **Katechismus der Redekunst.** Anleitung zum mündlichen Vortrage. Von Dr. Roderich Benedix. Vierte, durchgesehene Auflage. 1889. 1 Mark 50 Pf.

Registratur- und Archivkunde. — **Katechismus der Registratur- und Archivkunde.** Handbuch für das Registratur- und Archivwesen bei den Reichs-, Staats-, Hof-, Kirchen-, Schul- und Gemeindebehörden, den Rechtsanwälten etc., sowie bei den Staatsarchiven. Von Georg Holtzinger. Mit Beiträgen von Dr. Friedr. Leist. 1883. 3 Mark.

Reichspost. — **Katechismus der Deutschen Reichspost.** Von Wilh. Lenz. Mit 10 Formularen. 1882. 2 Mark 50 Pf.

Reichsverfassung. Zweite Auflage. — **Katechismus des Deutschen Reiches.** Ein Unterrichtsbuch in den Grundsätzen des Deutschen Staatsrechts, der Verfassung und Gesetzgebung des Deutschen Reiches. Von Dr. Wilh. Zeller. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. 1880. 3 Mark.

Rosenzucht. Zweite Auflage. — **Katechismus der Rosenzucht.** Von Herm. Jäger. Zweite Auflage. Mit vielen Abbild. 1893. [Unter der Presse.

Schachspielkunst. Zehnte Auflage. — **Katechismus der Schachspielkunst.** Von K. J. S. Portius. Zehnte, verm. und verb. Aufl. 1889. 2 Mark.

Schreibunterricht. Zweite Auflage. — **Katechismus des Schreibunterrichts.** Zweite, neub. Aufl. Von H. Kaplan. Mit 147 Figuren. 1877. Geheftet 1 Mark.

Schwimmkunst. — **Katechismus der Schwimmkunst.** Von Martin Schwagerl. Mit 113 Abbildungen. 1880. 2 Mark.

Spinnerei und Weberei. Dritte Auflage. — **Katechismus der Spinnerei, Weberei und Appretur, oder Lehre von der mechan. Verarbeitung der Gespinstfasern.** Dritte, bedeutend vermehrte Auflage, bearbeitet v. Dr. A. Ganswindt. Mit 196 Abbild. 1890. 4 Mark.

Sprachlehre. Dritte Auflage. — **Katechismus der deutschen Sprachlehre.** Von Dr. Konrad Michelsen. Dritte, verbesserte Auflage, herausgegeben von Eduard Michelsen. 1878. 2 Mark 50 Pf.

Stenographie. Zweite Auflage. — **Katechismus der deutschen Stenographie.** Ein Leitfaden für Lehrer und Lernende. Von Prof. H. Krieg. Zweite, verbesserte Auflage. Mit vielen stenograph. Vorlagen. 1888. 2 Mark 50 Pf.

Stilistik. Zweite Auflage. — **Katechismus der Stilistik.** Eine Anweisung zur Ausarbeitung schriftlicher Aufsätze. Von Dr. Konrad Michelsen. Zweite, durchgesehene Auflage, herausgegeben von Ed. Michelsen. 1889. 2 Mark.

Tanzkunst. Fünfte Auflage. — **Katechismus der Tanzkunst.** Ein Leitfaden für Lehrer und Lernende. Von Bernhard Klemm. Fünfte, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 82 Abbildungen. 1887. 2 Mark 50 Pf.

Technologie, mechanische. — **Katechismus der mechanischen Technologie.** Von A. v. Ihering. Mit 163 Abbildungen. 1888. 4 Mark.

Telegraphie. Sechste Auflage. — **Katechismus der elektrischen Telegraphie.** Von Prof. Dr. K. Ed. Zetzsche. Sechste, völlig umgearbeitete Auflage. Mit 315 Abbildungen. 1883. 4 Mark.

Tierzucht, landwirtschaftliche. — **Katechismus der landwirtschaftlichen Tierzucht.** Von Dr. Eugen Werner. Mit 20 Abbildungen. 1880. 2 Mark 50 Pf.

Ton, der gute, s. Anstandslehre.

Trigonometrie. — **Katechismus der ebenen und sphärischen Trigonometrie.** Von Franz Bendt. Mit 39 Abbildungen. 1882. 1 Mark 50 Pf.

Turnkunst. Sechste Auflage. — **Katechismus der Turnkunst.** Von Dr. M. Kloss. Sechste, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 100 Abbildungen 1887. 3 Mark.

Uhrmacherkunst. Dritte Auflage. — **Katechismus der Uhrmacherkunst.** Von F. W. Rüffert. Dritte, vollständig neu bearbeitete Auflage. Mit 229 Abbildungen und 7 Tabellen. 1885. 4 Mark.

Urkundenlehre. — **Katechismus der Diplomatik, Paläographie, Chronologie und Sphragistik.** Von Dr. Fr. Leist. Mit 5 Tafeln Abbild. 1882. 4 Mark.
Versicherungswesen. Zweite Auflage. — **Katechismus des Versicherungswesens.** Von Oskar Lemcke. Zweite, verm. und verb. Aufl. 1888. 2 Mark 40 Pf.
Verskunst. Zweite Auflage. — **Katechismus der deutschen Verskunst.** Von Dr. Roderich Benedix. Zweite Auflage. 1879. 1 Mark 20 Pf.
Versteinerungskunde. — **Katechismus der Versteinerungskunde (Petrefaktenkunde, Paläontologie).** Von Prof. H. Haas. Mit 178 Abbild. 1886. 3 Mark.
Völkerkunde. — **Katechismus der Völkerkunde. Von Dr. Heinrich Schurtz.** Mit 67 Abbildungen. 1893. 4 Mark.
Völkerrecht. — **Katechismus des Völkerrechts. Mit Rücksicht auf die Zeit- und** Streitfragen des internat. Rechtes. Von A. Bischof. 1877. Geh. 1 Mark 20 Pf.
Volkswirtschaftslehre. Vierte Auflage. — **Katechismus der Volkswirtschaftslehre.** Unterricht in den Anfangsgründen der Wirtschaftslehre. Von Dr. Hugo Schober. Vierte, durchgesehene Auflage. 1888. 3 Mark.
Warenkunde. Fünfte Auflage. — **Katechismus der Warenkunde.** Von E. Schick. Fünfte, verm. u. verb. Aufl., bearb. von Dr. G. Heppe. 1886. 3 Mark.
Wäscherei, Reinigung und Bleicherei. Zweite Auflage. — **Katechismus der** Wäscherei, Reinigung und Bleicherei. Von Dr. Herm. Grothe. Zweite, umgearbeitete Auflage. Mit 41 Abbildungen. 1884. 2 Mark.
Wechselrecht. Dritte Auflage. — **Katechismus des allgemeinen deutschen** Wechselrechts. Mit besonderer Berücksichtigung der Abweichungen und Zusätze der österreichischen und ungarischen Wechselordnung und des eidgenössischen Wechsel- und Check-Gesetzes. Von Karl Arenz. Dritte, ganz umgearbeitete und vermehrte Auflage. 1884. 2 Mark.
Weinbau. Zweite Auflage. — **Katechismus des Weinbaues.** Von Fr. Jac. Dochnahl. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 38 Abbildungen. 1873. Geheftet 1 Mark 20 Pf.
Weltgeschichte. Zweite Auflage. — **Katechismus der Allgemeinen Weltgeschichte.** Von Prof. Dr. Theodor Flathe. Zweite Auflage. Mit 5 Stammtafeln und einer tabellarischen Übersicht. 1884. 3 Mark.
Ziergärtnerei. Fünfte Auflage. — **Katechismus der Ziergärtnerei, oder** Belehrung über Anlage, Ausschmückung und Unterhaltung der Gärten, so wie über Blumenzucht. Von Herm. Jäger. Fünfte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 76 Abbildungen. 1889. 2 Mark 50 Pf.
Zimmergärtnerei. — **Katechismus der Zimmergärtnerei. Nebst einem Anhang** über Anlegung und Ausschmückung kleiner Gärtchen an den Wohngebäuden. Von M. Lebl. Mit 56 Abbildungen. 1890. 2 Mark.
Zoologie. — **Katechismus der Zoologie. Von Prof. Dr. C. G. Giebel.** Mit 124 Abbildungen. 1879. Kartoniert 2 Mark.

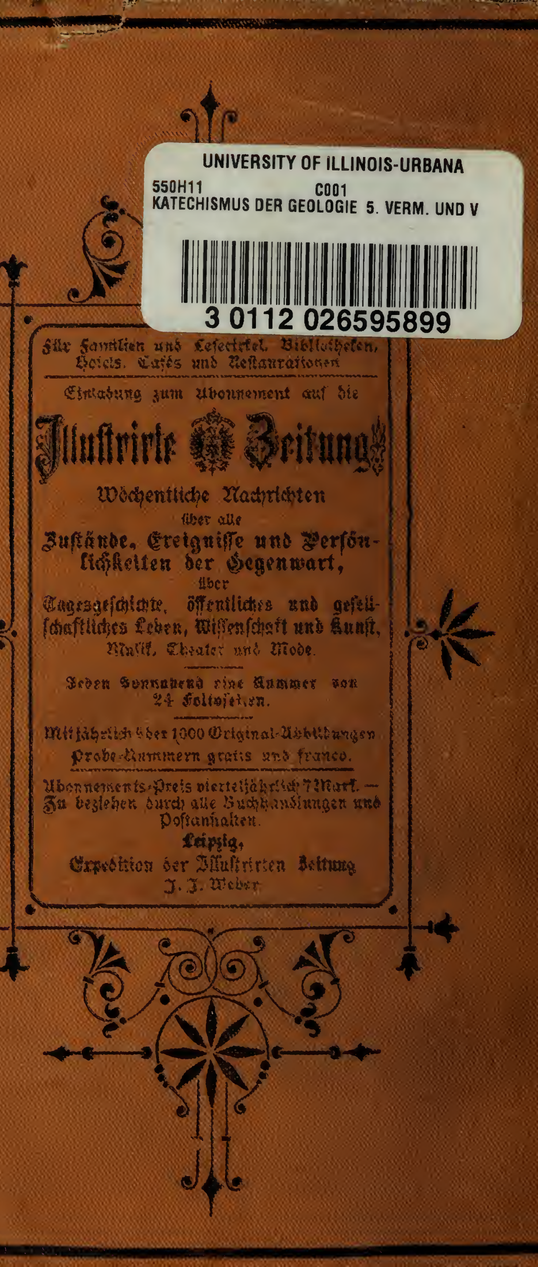
Verlag von J. J. Weber in Leipzig.

Druck von J. J. Weber in Leipzig.








Für Familien und Lesecirkel, Bibliotheken, Hotels, Cafés und Restaurationen
Einladung zum Abonnement auf die
Illustrirte Zeitung
Wöchentliche Nachrichten
über alle
Zustände, Ereignisse und Persönlichkeiten der Gegenwart,
über
Tagesgeschichte, öffentliches und gesellschaftliches Leben, Wissenschaft und Kunst,
Musik, Theater und Mode.
Jeden Sonnabend eine Nummer von
24 Folioseiten.
Mit jährlich über 1000 Original-Abbildungen
Probe-Nummern gratis und franco.
Abonnements-Preis vierteljährlich 7 Mark. — Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.
Leipzig,
Expedition der Illustrirten Zeitung
J. J. Weber